



Comité d'évaluation
du plan France Relance

RAPPORT FINAL
Volume II – Évaluation des dispositifs

CHAPITRE 9
LE SOUTIEN À LA DÉCARBONATION
DE L'INDUSTRIE



SOMMAIRE

Messages clés	3
Synthèse	4
Introduction	10
1. Situation et enjeux	11
1.1. L'industrie manufacturière en voie de décarbonation	11
1.2. Définition par la SNBC d'une trajectoire ambitieuse appliquée à l'industrie	14
1.3. Les autres dispositifs publics participant à la décarbonation de l'industrie.....	18
2. Le Fonds de décarbonation de l'industrie, principal vecteur du soutien à la décarbonation	20
2.1. Présentation.....	20
2.2. Les fonds de soutien à l'efficacité énergétique	21
2.3. Le fonds de soutien à la chaleur décarbonée	24
3. L'intensité carbone des entreprises, déterminant central de l'accès à l'aide	25
3.1. Ciblage des projets candidats	25
3.2. Ciblage des entreprises non candidates, candidates et lauréates	32
3.3. L'efficacité carbone de l'aide publique, facteur décisif dans l'attribution de l'aide	38
4. Sensibilité de la rentabilité <i>ex ante</i> des appels à projets à l'évolution des prix des combustibles fossiles	40
4.1. Comportements des entreprises dans le contexte de forte hausse des prix des combustibles fossiles.....	41
4.2. Évaluation <i>ex ante</i> de la sensibilité aux prix de l'énergie de la rentabilité des investissements des projets BCIAT	44
5. L'impact des aides sur l'investissement et les émissions de gaz à effet de serre ... 51	51
5.1. Motivation de l'analyse <i>ex post</i> des effets causaux	51
5.2. Effets positifs de l'aide sur l'investissement, sans effets d'aubaine constatés	53
5.3. Effets positifs sur la consommation énergétique et l'impact environnemental.....	54
Conclusion	58
Annexe – Compléments sur le soutien à la décarbonation de l'industrie	61

Messages clés

France Relance mobilise 1,2 milliard d'euros dédiés au soutien aux investissements en faveur de la décarbonation dans l'industrie. Les critères de sélection privilégient les entreprises à forte intensité carbone. Ainsi, les entreprises bénéficiaires d'une aide émettent en moyenne trois fois plus de carbone et consomment deux fois plus d'énergie par valeur ajoutée que les entreprises candidates non bénéficiaires, qui sont déjà quatre fois plus intenses que les non-candidates.

L'analyse de la valeur actuelle nette (VAN) permet de montrer la forte sensibilité de la rentabilité de l'investissement aux prix de l'énergie. Le plan de relance a été conçu avant la forte inflation énergétique observée à partir du second semestre 2021. Avec le niveau des prix énergétiques de 2022, les entreprises candidates auraient eu intérêt à réaliser les investissements envisagés même en l'absence d'aide. Mais cette inflation n'était pas prévisible et semble avoir été en large partie transitoire, si bien que l'aide aurait bien été nécessaire à la rentabilité des projets soumis par les entreprises candidates selon le calcul de la VAN.

Par ailleurs, l'étude descriptive des projets lauréats mais abandonnés des AAP BCIAT dans les années 2010 semble indiquer que lorsque les prix des combustibles fossiles sont au plus bas, beaucoup d'entreprises abandonnent leur investissement dans la chaleur biomasse. Ainsi, près de 45 % des entreprises qui ont candidaté à l'AAP BCIAT en 2008-2009 ont abandonné leur projet ensuite (ce qui coïncide avec la baisse du prix du gaz naturel au milieu des années 2010).

Nous n'avons pas le recul nécessaire pour mener une évaluation causale des aides du plan de relance. Mais cette évaluation a été menée sur les appels à projets BCIAT de 2009 à 2019, prolongés dans le cadre de France Relance. On mesure, grâce à des études d'événements empilés, comment les performances des entreprises – tant économiques qu'environnementales – sont modifiées par l'octroi de l'aide en distinguant les entreprises bénéficiaires et non bénéficiaires. Les résultats révèlent qu'une augmentation des investissements et une réduction d'émissions seraient attribuables à l'octroi de l'aide. Deux à trois ans après l'obtention de ces aides, on observe une augmentation de la consommation de biomasse et une diminution de la consommation de gaz naturel. À partir de l'impact causal estimé par l'IPP, on trouve que le montant de l'aide à ces projets, rapporté à la tonne de CO₂ évitée, serait de l'ordre de 19 euros¹, avant prise en compte des effets induits sur le marché européen de quota carbone².

¹ Sur l'ensemble du dispositif « décarbonation de l'industrie », les porteurs de projets ont annoncé une économie de 4,5 MtCO₂eq ; le montant de l'aide à ces projets, rapporté à la tonne de CO₂ évitée, serait de l'ordre de 15 euros.

² Ce coût doit être considéré comme un minorant, car il ne prend pas en compte l'effet de bouclage sur le marché européen de quotas carbone, qui restent inchangés.

Synthèse

L'industrie étant le deuxième contributeur aux émissions de gaz à effet de serre (GES) en France en 2022, la décarbonation est l'un des défis majeurs posés à l'industrie française. Pour contribuer à ce défi, France Relance a mobilisé spécifiquement 1,2 milliard d'euros d'aides. En complément des outils existants et en particulier du système européen d'échange de quotas d'émissions (SEQUE), trois appels à projets (AAP), opérés par l'Ademe, ont soutenu les investissements en faveur de l'efficacité énergétique et la décarbonation des procédés (INDUSEE et DECARBIND) ainsi que la chaleur renouvelable (BCIAT). Un guichet de soutien à l'investissement des projets d'amélioration de l'efficacité énergétique a été également mis en place pour les projets de moindre envergure. Par ailleurs, ce soutien aux investissements en faveur de la décarbonation est prolongé par « France 2030 » avec l'allocation de 5,6 milliards d'euros supplémentaires.

Le comité d'évaluation du plan France Relance a décidé de s'appuyer sur l'expertise d'équipes académiques et de recherche de l'Institut des politiques publiques afin d'évaluer les effets des dispositifs de France Relance liés à la décarbonation (le soutien à l'efficacité énergétique et à l'adaptation des procédés des entreprises industrielles ainsi que le soutien à la chaleur bas-carbone des entreprises industrielles).

Caractéristiques des appels à projets

Fin juin 2022, les appels à projets en faveur de l'efficacité énergétique et de la décarbonation des procédés (INDUSEE et DECARBIND) ont permis de soutenir 140 bénéficiaires pour un montant de subvention total de 553 millions d'euros. Les projets ainsi financés devraient permettre une économie à isoproduction de 2,7 MtCO₂eq d'origine fossile par an¹. Quant à l'appel à projets en faveur de la production de chaleur bas-carbone (BCIAT)², il a donné lieu au versement de 424 millions d'euros de subventions à l'investissement pour 97 projets. Les projets financés dans le cadre de l'APP BCIAT sur la période couverte par France devraient permettre d'éviter 1,78 MtCO₂eq par an à isoproduction. Le guichet de soutien aux investissements de décarbonation opéré par l'Agence de services et de paiement (ASP) soutient 1 044 bénéficiaires. Le secrétariat du comité ne dispose pas de données estimant l'impact en termes d'émissions évitées pour ce dispositif.

¹ À partir des estimations réalisées *ex ante* par les porteurs de projets et contre expertisées par l'Ademe.

² L'AAP BCIAT contient également un volet « Aide au fonctionnement » (OPEX).

Caractéristiques des appels à projets du Fonds de décarbonation de l'industrie

Appel à projets	Nombre de projets lauréats	Nombre de projets candidats non lauréats	Total des subventions (en millions €)	Investissements associés aux projets financés (en milliards €)	Réduction de GES (MtCO ₂ /an)
INDUSEE	33	38	108	493	0,93
DECARBIND	107	59	444	2 129	1,81
BCIAT	97	23	424	1 145	1,78
Aides au guichet	785		37	0,108	

Source : Ademe (données arrêtées en juin 2022 pour les AAP INDUSEE et DECARBIND et en avril 2023 pour l'AAP BCIAT) ; Agence de Services et de paiements (données à jour de février 2023 pour les aides au guichet), BIC RN / BIC RS 2020 à 2022

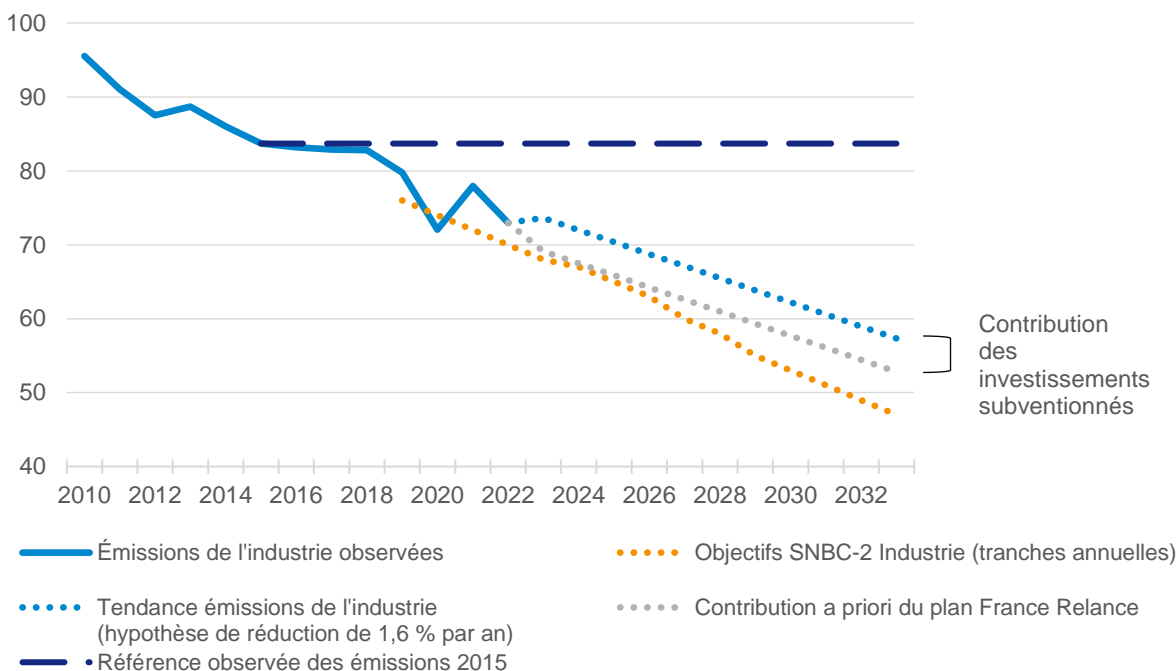
Les investissements associés aux subventions en faveur de l'efficacité énergétique et de la décarbonation des procédés s'élèvent à 3,8 milliards d'euros. Par ailleurs, les projets financés dans le cadre de France Relance devraient contribuer à réduire les émissions annuelles de l'industrie d'environ 4,5 MtCO₂eq¹ à isoproduction. Cela représenterait une réduction d'environ 5,4 % par rapport au niveau d'émissions du secteur manufacturier en 2015 (83,7 MtCO₂eq) et de 6,2 % en 2022 (73 MtCO₂eq).

Ces projets participeraient *a priori* à 14,7 % de la baisse des émissions nécessaire, et supplémentaire à la baisse tendancielle, pour atteindre les objectifs de la SNBC 2 sur la période 2015-2030 (30,7 MtCO₂eq).

Nous identifions une contribution *a priori* du plan France Relance qui serait l'écart des émissions de CO₂ évités et sans aides en supposant l'absence d'effet d'aubaine et un niveau de production stable à partir de l'année de l'octroi de l'aide. Ainsi, la conception des AAP, leur exécution ainsi que les crédits alloués ont permis de répondre à l'objectif d'un soutien rapide et massif à la décarbonation de l'industrie en sortie de crise.

¹ Ce montant est calculé sur la base de l'estimation *a priori* des gaz à effet de serre évités par l'Ademe à isoproduction. Certains projets pourraient ne pas éviter l'émission de GES : c'est notamment le cas des chaufferies biomasse qui alimentent de nouvelles lignes de production (APP BCIAT). Cette estimation ne prend pas en compte les potentiels abandons de projets.

Contribution a priori des projets bénéficiaires des AAP INDUSEE, DECARBIND et BCIAT aux objectifs de la SNBC 2, en MtCO₂eq



Note : la courbe (pointillée grise) de la tendance des émissions de l'industrie est obtenue à partir de la prolongation linéaire des émissions observées sur la période 2010-2019 (soit une pente de -1,63 et ordonnée à l'origine 94,8). La contribution des investissements subventionnés est calculée à isoproduction (à partir du dossier du niveau de production figurant dans le dossier de candidature du projet).

Lecture : les AAP INDUSEE, DECARBIND et BCIAT devraient contribuer à 15 % de la baisse des émissions nécessaires à atteindre les objectifs de la SNBC 2 sur la période 2015-2030.

Champ : Émissions dans l'aire en métropole et en outre-mer inclus dans l'Union européenne. Les secteurs retenus pour la répartition par secteur correspondent à la nomenclature Secten.

Source : Citepa (2023), *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten*, éd. 2023, juin, pour les données sur l'évolution des émissions de gaz à effet de serre et les objectifs des objectifs de la SNBC ; données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 pour les AAP INDUSEE, DECARBIND et avril 2023 pour l'AAP BCIAT) pour les effets du plan France Relance

Ciblage des projets

La répartition des subventions par secteur des appels à projets est concordante avec la répartition sectorielle des émissions de l'industrie : les secteurs les plus émissifs et en particulier ceux du secteur manufacturier, de la chimie et de la construction, sont les premiers bénéficiaires. Par ailleurs, les entreprises à forte intensité carbone (CO₂eq/VA), y compris au sein de leur sous-secteur, sont plus souvent candidates. Les entreprises bénéficiaires sont aussi sélectionnées sur cette base. Celles pour lesquelles les réductions de CO₂ par rapport aux émissions initiales sont les plus importantes sont aussi celles pour lesquelles l'investissement total rapporté aux économies de CO₂ est le plus faible. Ainsi,

le montant de la subvention rapporté aux tonnes de CO₂eq évitées apparaît comme en accord avec la pratique de l'attribution de l'aide.

Sur le plan comptable, le chiffre d'affaires des entreprises candidates, et surtout lauréates, surpasse nettement celui des entreprises non candidates. Les entreprises ayant bénéficié d'au moins une subvention affichent un chiffre d'affaires moyen s'élevant à presque un milliard d'euros, là où le chiffre d'affaires moyen des entreprises non candidates est de 400 000 euros. En termes d'endettement, les entreprises candidates montrent des niveaux moyens inférieurs par rapport aux non-candidates. Toutefois, les entreprises bénéficiaires d'au moins une aide présentent un ratio d'endettement légèrement plus élevé (que ce soit par rapport à leur chiffre d'affaires ou leur valeur ajoutée) en comparaison avec les entreprises candidates non lauréates.

Les entreprises les plus intenses en carbone ont un intérêt distinct à bénéficier d'un investissement en décarbonation. Il y a donc un processus d'autosélection et de sélection des candidatures. Les entreprises à forte intensité carbone (CO₂eq/VA), y compris au sein de leur sous-secteur, sont plus souvent candidates. Les entreprises lauréates sont aussi celles qui présentent une intensité carbone la plus forte parmi les candidates. Accompagner ces entreprises est d'autant plus efficace que les évaluations du package « Fit for 55 » par la Commission européenne (2020)¹ montrent que la transition climatique risque d'affecter négativement la viabilité des entreprises des secteurs les plus intenses en émissions.

Par ailleurs, les entreprises pour lesquelles les réductions de CO₂ par rapport aux émissions initiales sont les plus importantes sont aussi celles pour lesquelles l'investissement total rapporté aux économies de CO₂ est le plus faible.

La sensibilité de la rentabilité des projets à la volatilité des prix énergétiques

Dans le cadre du plan France Relance, les appels à projets BCIAT ont notamment pour objectif d'accompagner les entreprises industrielles dans la réduction de leur dépendance aux énergies fossiles en développant la chaleur bas carbone à partir de biomasse. L'augmentation très récente des coûts énergétiques pourrait ne pas suffire à engager la décision de cette transition. L'évaluation se porte donc sur la sensibilité de la rentabilité de tels investissements à des évolutions anticipées des prix des combustibles fossiles relativement à ceux de la biomasse. Si les investissements dans la transition vers l'usage de la biomasse sont rentables dans un contexte d'inflation prolongée sur les prix des

¹ Commission européenne (2020), *Stepping up Europe's 2030 climate ambition, Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people – impact assessment*.

combustibles fossiles, alors les subventions accordées ne seraient pas efficacement allouées, puisque l'investissement serait déclenché sans.

La rentabilité *ex ante* des investissements BCIAT (mesurée par leur valeur actuelle nette) est sensible aux scénarios de prix futurs des combustibles fossiles relativement aux prix de la biomasse. L'aide apportée aux bénéficiaires n'apparaît pas comme superflue au regard des conditions de prix définies par l'Ademe lors de la publication de l'appel à projets. Néanmoins, l'analyse de la VAN montre qu'un choc très positif sur les prix des combustibles fossiles (relativement aux prix de la biomasse) d'une magnitude similaire à celui de 2022 et qui se prolonge dans le temps, pourrait rendre un grand nombre d'investissements attractifs mais aussi rendre superflue une partie au moins de l'aide à l'investissement.

L'analyse de la VAN indique qu'il y aurait donc un risque d'effet d'aubaine dans le cas extrême où les prix des combustibles fossiles continuent d'augmenter fortement dans le futur. Néanmoins, lorsque les autres scénarios sont envisagés, il n'est pas possible de conclure quant à l'existence d'un risque d'effets d'aubaine considérable dans le cadre de ce programme.

En ce qui concerne les projets des appels à projets DECARBIND et INDUSEE, leur rentabilité avait été évaluée à l'occasion de l'édition 2022 du rapport d'évaluation du plan France Relance¹. À l'exception du secteur de la métallurgie des métaux ferreux, les gains liés à la valorisation de la baisse des émissions sur le marché SEQE ainsi que les gains énergie-matière sont les principaux contributeurs à la rentabilité des projets. Ainsi sur la durée de vie d'un projet, la subvention ne représente qu'une part minimale de la valeur actuelle nette du projet.

Évaluation causale du dispositif BCIAT

L'impact causal du dispositif BCIAT, centré sur l'investissement et la réduction des émissions, révèle des résultats prometteurs qui appuient leur pertinence. Les résultats pour l'appel à projets BCIAT sont inférés des données de l'historique de l'appel remontant à 2009.

L'évaluation *ex post* demande un recul temporel suffisamment grand pour que les effets du plan France Relance soient perceptibles, ce qui n'est pas le cas au moment de la réalisation de ce rapport. Néanmoins, l'historique des aides à l'investissement accordées par le Fonds Chaleur à travers l'appel à projets BCIAT de 2009 à 2019, prolongé dans le cadre du plan France Relance, permet de contourner ce problème et de conduire une

¹ France Stratégie (2022), *Deuxième rapport du comité d'évaluation du plan France Relance*, décembre, p. 150-152.

évaluation *ex post* de ces effets. Ces aides présentent des similarités structurelles avec celles allouées durant les vagues 2020 à 2022 du même appel à projets, étendu dans le cadre du plan France Relance. Bien qu'une croissance en termes de puissance installée et d'investissement soit observée, d'autres caractéristiques des projets BCIAT « historiques », comme la distribution sectorielle et le taux de soutien, restent comparables aux projets des périodes plus récentes.

Pour l'appel à projets BCIAT, avant de postuler, aucune différence notable ne s'observe dans la tendance d'investissement des entreprises. Une augmentation des investissements se manifeste après l'obtention de la subvention¹. L'octroi de l'aide engendre une augmentation de l'investissement en moyenne de 25 % (du bilan de l'année précédente) un an après l'octroi de l'aide.

La différence observée entre les entreprises lauréates et les autres montre que l'aide n'a d'impact que sur l'investissement et non sur d'autres variables économiques des entreprises. Il n'y aurait donc pas d'effets d'aubaine perceptibles à travers cette analyse.

Concernant l'impact environnemental, l'équipe de recherche de l'IPP montre que deux à trois ans après avoir obtenu ces aides, la consommation de biomasse des entreprises progresse alors que celle de gaz naturel diminue. La probabilité de consommer de la biomasse augmente à partir de la deuxième année suivant l'octroi de l'aide pour atteindre plus de +16 points de pourcentage cinq ans après. Cinq ans après l'octroi de l'aide, la consommation annuelle moyenne de gaz par projet est réduite d'environ 4 000 TEP. Ces aides contribueraient ainsi à une réduction des émissions annuelle de l'ordre de 15 000 tCO₂eq cinq ans après l'octroi de l'aide. À partir de l'impact causal estimé par l'IPP, on trouve que le montant de l'aide à ces projets, rapporté à la tonne de CO₂ évitée, serait de l'ordre de 19 euros², avant prise en compte des effets induits sur le marché européen de quota carbone³.

¹ Résultat à nuancer compte tenu de l'intervalle de confiance statistique de 95 % de [+2%; +48 %].

² Il est à noter que sur l'ensemble du dispositif « décarbonation de l'industrie » du plan de relance, les porteurs de projet ont annoncé que 4,5 MtCO₂eq seraient économisés ; le montant de l'aide à ces projets, rapporté à la tonne de CO₂ évitée, serait de l'ordre de 15 euros.

³ Ce coût doit être considéré comme un minorant, car il ne prend pas en compte l'effet de bouclage sur le marché européen de quotas carbone, qui restent inchangés.

Introduction

La décarbonation est l'un des défis majeurs posés à l'industrie française pour atteindre les objectifs de réduction de gaz à effet de serre (GES). L'industrie est le deuxième contributeur à l'émission de GES en France en 2022 (19 %). La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC 2), énoncée dans la loi sur la transition énergétique et révisée en 2020 (SNBC 2), fixe des objectifs contraignants pour la réduction des émissions de carbone en France. À titre indicatif, la stratégie alloue à l'industrie un budget moyen de 72 MtCO₂eq par an sur la période 2019-2023. À la lumière des nouvelles ambitions européennes de réduction de -55 % des émissions entre 1990 et 2030, la SNBC 3 en cours de révision pour 2023 envisage des ajustements pour répondre à ces exigences plus strictes.

Alors que l'industrie française esquisse des progrès dans la réduction des émissions, la nécessité de soutien ciblé se montre impérieuse pour garantir une trajectoire alignée sur les objectifs nationaux et européens en matière de climat. Dans ce contexte, le plan France Relance devrait être décisif avec une allocation de 1,2 milliard d'euros de crédits au déploiement de solutions de décarbonation de l'industrie. Ces crédits prennent la forme des appels à projets INDUSEE, DECARBIND et BCIAT qui devraient contribuer de manière significative à la réduction des émissions. Les appels à projets INDUSEE et DECARBIND concernent les investissements d'adaptation technologique visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre via l'efficacité énergétique et la décarbonation des procédés. L'appel à projets BCIAT concerne des projets de remplacement ou d'adaptation d'une chaudière ou d'un générateur existant, pour passer d'un combustible fossile, principalement le gaz naturel, à la biomasse. À ce jour, les appels à projets permettraient d'éviter l'émission de 4,51 MtCO₂ à isoproduction soit 14,7 % de la baisse des émissions nécessaires à atteindre les objectifs de la SNBC 2 sur la période 2015-2030 (30,7 MtCO₂eq).

Le comité d'évaluation du plan France Relance a décidé de s'appuyer sur l'expertise d'équipes académiques et de recherche de l'Institut des politiques publiques afin d'évaluer les effets des dispositifs de France Relance liés à la décarbonation (le soutien à l'efficacité énergétique et à l'adaptation des procédés des entreprises industrielles ainsi que le soutien à la chaleur bas-carbone des entreprises industrielles). Après une première partie qui souligne les enjeux de la décarbonation de l'industrie en France et une deuxième partie dressant un état des lieux du déploiement des dispositifs en France, la troisième partie se focalise sur le ciblage des entreprises candidates. La quatrième partie porte sur la rentabilité de l'investissement à l'évolution des prix des combustibles fossiles. Enfin, la dernière partie présente les résultats de l'évaluation causale des dispositifs sur les investissements en faveur de la décarbonation et de la baisse des émissions induites.

1. Situation et enjeux

1.1. L'industrie manufacturière en voie de décarbonation

Le deuxième contributeur à l'émission des gaz à effet de serre en France

L'industrie a été un secteur déterminant dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) en France depuis 1990 (voir Graphique 1 page suivante). En 2021, l'industrie française¹ a émis 78 MtCO₂eq, soit une réduction de 40 % par rapport au niveau de 1990, contre en moyenne 20 % pour les autres secteurs. L'industrie est, en France, sur l'année 2021, le deuxième secteur contributeur à l'émission de gaz à effet de serre, pesant 19 % du total, derrière les transports qui comptent pour 31 %.

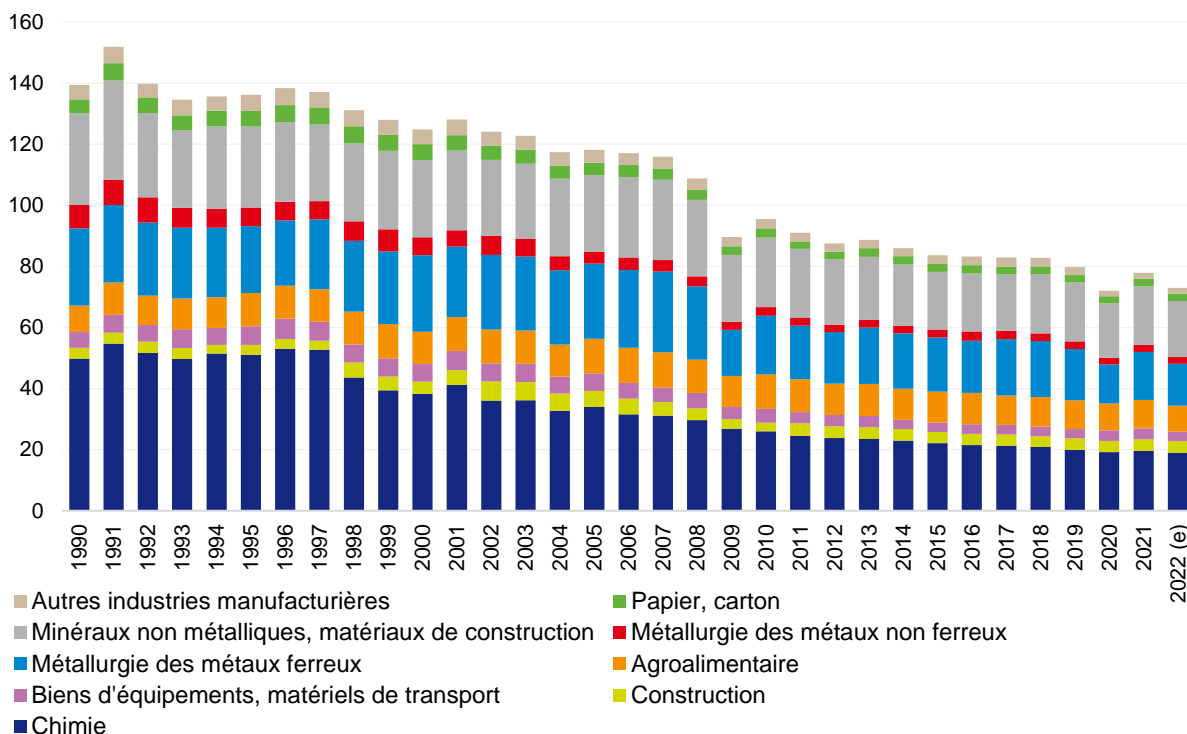
L'industrie enregistre deux reculs prononcés des émissions de gaz à effet de serre. Le premier de 17 % entre 2008 et 2009, coïncide avec la crise financière de 2008 qui s'est propagée dans l'économie, et le second, de 10 % entre 2019 et 2020, avec la crise du Covid-19. Les émissions sont fortement concentrées dans l'industrie.

Quatre sous-secteurs clés représentaient 89 % des émissions manufacturières en 2019 : la chimie, la métallurgie, les matériaux de construction (y compris le ciment) et l'agroalimentaire. Seul l'agroalimentaire ne voit pas diminuer ses émissions de GES.

En 2022, l'industrie contribue à la baisse globale des émissions préestimée avec une diminution de 6,4 %, soit de 5,0 MtCO₂eq, par rapport à l'année précédente. Cette tendance baissière s'explique par une consommation moindre de gaz naturel dans les industries de petite taille, de charbon dans les secteurs de la sidérurgie et des métaux ferreux, ou encore par une production réduite dans la chimie inorganique et le secteur du ciment. En revanche, le sous-secteur de la construction marque une progression.

¹ Les secteurs retenus pour la répartition des émissions de GES correspondent à la nomenclature Secten qui diffère de la nomenclature d'activités françaises utilisée par l'Insee. Par exemple, le secteur du transport inclut les déplacements réalisés par les particuliers, et le secteur de l'industrie est rattaché à la construction. Le terme « industrie » est compris dans cette section comme regroupant l'industrie manufacturière et de construction au sens de la nomenclature Secten.

Graphique 1 – Émissions historiques de gaz à effet de serre de l'industrie manufacturière et de construction en France, en MtCO₂eq



Champ : émissions dans l'aire en métropole et en outre-mer inclus dans l'Union européenne. Les secteurs retenus pour la répartition par secteur correspondent à la nomenclature Secten qui diffère de la nomenclature d'activités françaises utilisée par l'Insee. Par exemple, le secteur du transport inclut les déplacements réalisés par les particuliers et le secteur de la construction est rattaché à l'industrie manufacturière.

Lecture : le sous-secteur de la chimie a émis 20 MtCO₂eq en 2022 contre 50 MtCO₂eq en 1990.

Source : Citepa (2023), [Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten, juin](#)

Déterminants de la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie

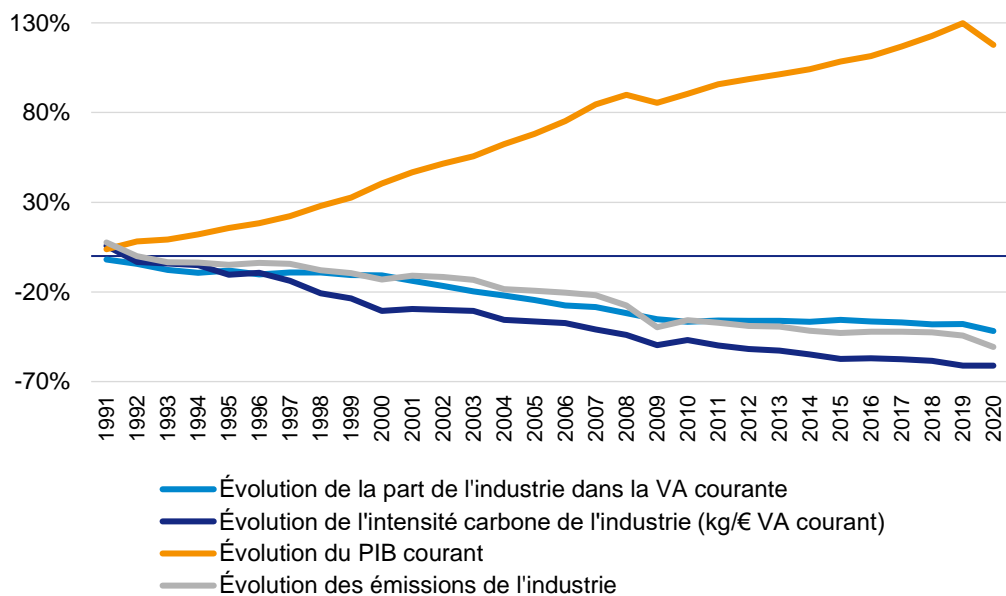
Il existe deux types d'émissions de GES propres à l'industrie : les émissions de combustion (60 % des émissions industrielles) et les émissions de procédés (40 % des émissions industrielles)¹ résultant d'une réaction chimique dans un processus de production.

Le phénomène de désindustrialisation qui s'inscrit dans le temps a amorcé la réduction des gaz à effet de serre. Entre 1990 et 2019, la contribution de l'industrie à la valeur ajoutée nationale a chuté de 18 % à 11 % de manière concomitante, l'intensité carbone

¹ DGE (2023), « [L'action de l'État en faveur de la décarbonation de l'industrie](#) », *Les Thémas de la DGE*, n° 8, mars.

a été réduite de moitié. Les progrès technologiques ont permis d'améliorer l'intensité carbone des procédés industriels – c'est-à-dire les émissions de CO₂eq par unité de valeur ajoutée produite. Depuis vingt ans, la diminution des émissions de GES de l'industrie française découle principalement de progrès techniques rendant les processus de production moins carbonés. Faquet (2021) met en évidence que sans réduction de l'intensité carbone de la production, une augmentation des émissions aurait été enregistrée¹. La baisse de -47 MtCO₂eq des gaz à effet de serre dans l'industrie entre 2000 et 2018 se décompose en -64 MtCO₂eq liées à l'amélioration de l'intensité carbone de la production, +12 MtCO₂eq liées à l'augmentation de la valeur ajoutée industrielle, et +4 MtCO₂eq liées à la déformation de structure de l'industrie vers les branches plus émettrices. Enfin, l'évolution de la structure sectorielle a été de plus en plus émettrice du fait d'une spécialisation croissante dans des secteurs relativement plus émetteurs comme la chimie.

Graphique 2 – Évolution de la valeur ajoutée nationale, de la part de l'industrie dans la valeur ajoutée et de l'intensité carbone de la valeur ajoutée (en cumul 1990-2020)



Lecture : la part de l'industrie dans la valeur ajoutée nationale est passée de 18 % à 11 % entre 1990 et 2019.

Source : Insee (2022), « [Les comptes de la nation en 2021](#) », *Insee Première*, n° 1904, mai et Citepa (2021), *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten ; calculs pôle Science des données de l'IGF (voir le [deuxième rapport du comité d'évaluation du plan de France Relance](#))*

¹ Faquet R. (2021), « [Which industrial firms make decarbonization investments?](#) », Document de travail, Direction générale du Trésor, n° 2021-03, août.

Les émissions induites par la production de biens importés en France ne figurent pas dans les inventaires nationaux. Ces derniers répertorient seulement les émissions directes des ménages et des entreprises. L'empreinte carbone, elle, intègre les émissions de production importées (composante « importation ») et les émissions nationales hors exportation (composante « territoriale »). Depuis 1990, une baisse globale de cette empreinte est observée. La composante « territoriale » a stagné jusqu'en 2005, puis a diminué, tandis que la composante « importation » a augmenté puis diminué à partir de 2011¹. La diminution retardée de l'empreinte « importée » provient des efforts récents de décarbonation des partenaires commerciaux de la France jusqu'alors moins regardants sur la question. Néanmoins, la production française affiche aujourd'hui une faible intensité carbone comparée à ses importations, ce qui suggère qu'un soutien à l'industrie française décarbonée est une stratégie à privilégier dans la poursuite de l'objectif mondial de réduction des émissions.

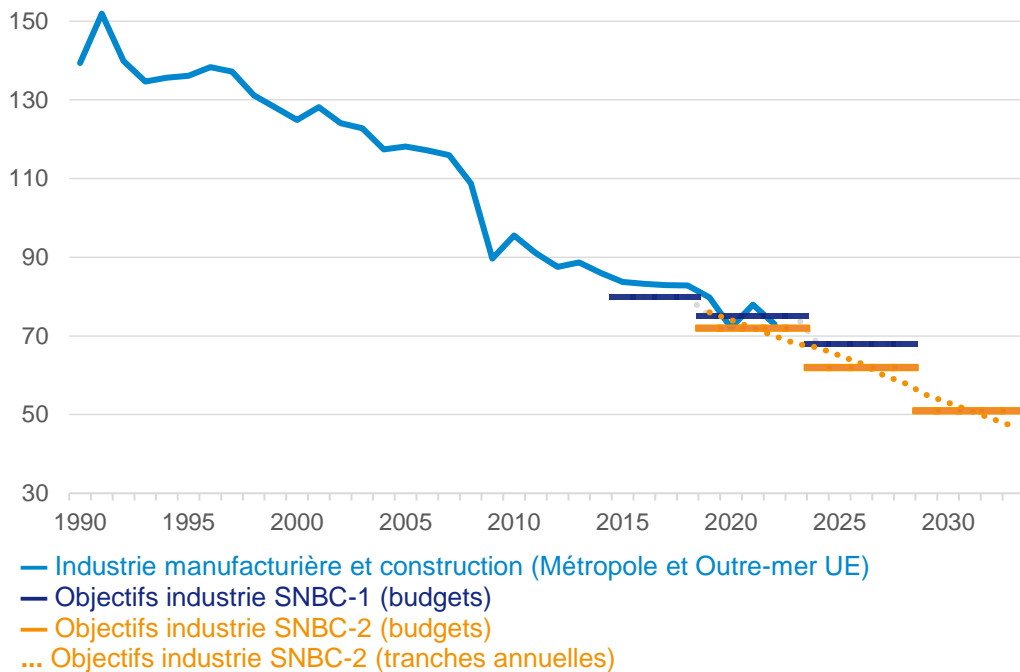
1.2. Définition par la SNBC d'une trajectoire ambitieuse appliquée à l'industrie

La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) structure les engagements de la France en matière de réduction des émissions de carbone à travers des budgets carbone définis sur différentes périodes. D'abord inscrite dans la loi sur la transition énergétique (LTE), cette stratégie a été révisée en 2020 (SNBC 2) et en cours de révision en 2023 (SNBC 3) pour s'aligner sur les ambitions européennes en matière de climat.

Le premier budget carbone (SNBC 1) fixait pour objectif 442 Mt CO₂eq par an en moyenne sur la période allant de 2015 à 2018, un objectif non atteint avec des émissions réelles de 456 MtCO₂e par an en moyenne. Le deuxième budget carbone (SNBC 2) énonce une cible plus ambitieuse de 422 MtCO₂e par an en moyenne pour la fenêtre 2019-2030. Cette directive s'inscrit dans le cadre plus large des objectifs européens, qui visent une diminution de 40 % des émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2030 et de 75 % sur la fenêtre 1990-2050. Dans le secteur industriel, le but est d'atteindre 72 MtCO₂eq par an en moyenne sur la période 2019-2023. Un objectif qui ne devrait pas se réaliser car, malgré une baisse des émissions dans le secteur, les 76,8 MtCO₂eq par an émis sur la période 2019-2021 restent au-dessus des objectifs fixés par la SNBC 2.

¹ *Ibid.*

Graphique 3 – Trajectoire de décarbonation de l'industrie vis-à-vis des objectifs de la Stratégie nationale bas-carbone, en MtCO₂eq



Champ : émissions dans l'aire en métropole et en outre-mer inclus dans l'Union européenne. Les secteurs retenus pour la répartition par secteur correspondent à la nomenclature Secten qui diffère de la nomenclature d'activités françaises utilisée par l'Insee. Par exemple, le secteur du transport inclut les déplacements réalisés par les particuliers, et le secteur de la construction est rattaché à l'industrie manufacturière. La contribution des investissements subventionnés est calculée à isoproduction (à partir du dossier du niveau de production figurant dans le dossier de candidature du projet).

Lecture : l'objectif à titre indicatif pour l'industrie est d'émettre au plus 72 MtCO₂eq/an en moyenne sur la période 2019-2023. L'objectif à titre indicatif est d'émettre au plus 68 MtCO₂eq sur l'année 2023.

Source : Citepa (2023), *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten*, juin

Le Conseil national de la transition écologique¹ s'est réuni en mai 2023 pour réviser la trajectoire de décarbonation pour que la France s'aligne avec le nouvel objectif européen² de réduction de -55 % des émissions sur la période 1990-2030. La nouvelle trajectoire provisoire devrait se concrétiser dans la Stratégie nationale bas-carbone 3 attendue pour 2024. La cible provisoire s'établit à 270 MtCO₂eq en 2030 celle-ci demanderait une

¹ Réunion exceptionnelle du Conseil de la transition écologique en présence de la Première ministre, des ministres et des secrétaires d'État de la Transition écologique, de la Transition énergétique, de l'Agriculture, de l'Écologie, des Comptes publics, de la Ville et du Logement, de la Mer, du Travail et des Transports.

² Règlement (UE) 2021/1119 du Parlement européen et du Conseil du 30 juin 2021 établissant le cadre requis pour parvenir à la neutralité climatique et modifiant les règlements (CE) n° 401/2009 et (UE) 2018/1999 ([loi européenne sur le climat](#)).

réduction de 4,1 % par an (soit -16,7 MtCO₂eq par an) entre 2022 et 2030 soit le double de l'effort consenti entre 2019 et 2022 (-2,0 % par an).

En perspective des budgets carbone de la SNBC 3 attendus en 2024, des objectifs sectoriels provisoires sont proposés pour 2030¹. L'industrie manufacturière et de construction devrait réaliser une réduction d'émissions de 36 % de CO₂eq/an entre 2019 et 2030 selon la cible actuelle de la SNBC 2. La nouvelle cible provisoire, plus ambitieuse, demanderait une réduction de 44 % de CO₂eq/an sur la même fenêtre.

Les investissements subventionnés par les appels à projets en faveur de l'efficacité énergétique s'élèvent à 3,8 milliards d'euros. Par ailleurs, les projets financés dans le cadre de France Relance devraient contribuer à réduire les émissions annuelles de l'industrie d'environ 4,5 MtCO₂eq² à isoproduction. Cela représenterait une réduction d'environ 5,4 % par rapport au niveau d'émissions du secteur manufacturier en 2015 (83,7 MtCO₂eq) et de 6,2 % en 2022 (73 MtCO₂eq). Ces projets participeraient *a priori* à 14,7 % de la baisse des émissions nécessaire, et supplémentaire à la baisse tendancielle, pour atteindre les objectifs de la SNBC 2 sur la période 2015-2030 (30,7 MtCO₂eq). Nous identifions un effet plan France Relance qui serait l'écart des émissions de CO₂ évitées avec (contribution *a priori* de France Relance) et sans aides en supposant l'absence d'effet d'aubaine. Ainsi, la conception des AAP, leur exécution ainsi que les crédits alloués ont permis de répondre à l'objectif d'un soutien rapide et massif à la décarbonation de l'industrie en sortie de crise.

Les projets bénéficiaires des AAP de France Relance visant à décarboner l'industrie contribueraient de manière importante aux objectifs fixés par la SNBC 2. D'après les porteurs de projets, ils devraient permettre d'éviter *a priori* l'émission de 4,5 MtCO₂eq par an³. Cela représente une réduction d'environ 5,4 % par rapport au niveau d'émissions du secteur de l'industrie en 2015 (83,7 MtCO₂eq) et de 6,2 % en 2022 (73 MtCO₂eq). En tout et pour tout, ces projets participent *a priori* à 14,7 %⁴ de la baisse des émissions

¹ Tuddenham M. (2023), « [Vers la nouvelle stratégie française énergie-climat : la Première ministre pose les premiers jalons](#) », Citepa, juin.

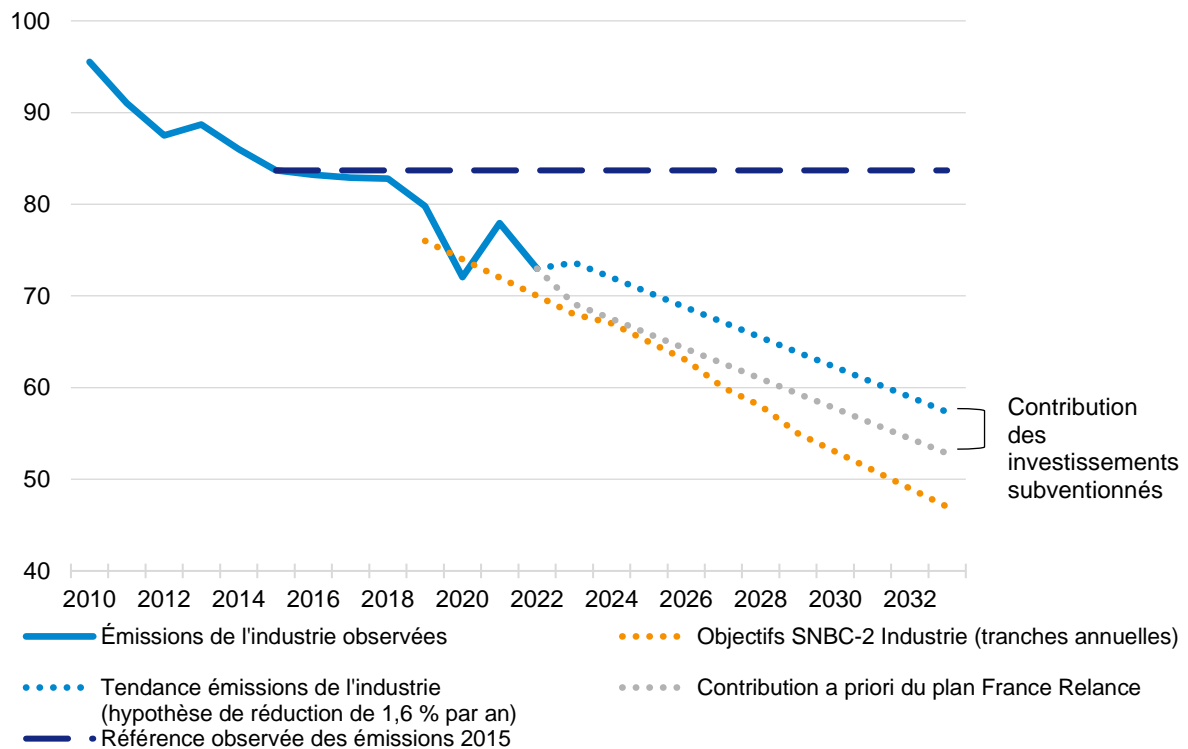
² Ce montant est calculé sur la base de l'estimation *a priori* des gaz à effet de serre évités par l'Ademe. Cette estimation est faite à isoproduction (à partir du dossier du niveau de production figurant dans le dossier de candidature du projet) alors que certains projets pourraient ne pas éviter l'émission de GES (comme lorsque des chaufferies biomasse alimentant de nouvelles lignes de production dans le cadre de certains projets de l'APP BCIAT). Par ailleurs, cette estimation ne prend pas en compte les potentiels abandons de projets.

³ Ce montant est calculé sur la base de l'estimation *a priori* des gaz à effet de serre évités par l'Ademe.

⁴ La contribution *a priori* du plan France Relance est calculée comme la diminution (estimée *a priori* par l'Ademe) supplémentaire à la diminution tendancielle des émissions. La diminution tendancielle est obtenue à partir de la prolongation linéaire des émissions observées sur la période 2010-2019 (soit une pente de -1,63 et ordonnée à l'origine 94,8).

nécessaire, et supplémentaire à la baisse tendancielle, pour atteindre les objectifs de la SNBC 2 sur la période 2015-2030 (30,7 MtCO₂eq).

Graphique 4 – Contribution a priori des projets bénéficiaires des AAP INDUSEE, DECARBIND et BCIAT aux objectifs de la SNBC 2, en MtCO₂eq



Champ : émissions dans l'aire en métropole et outre-mer incluses dans l'Union européenne. Les secteurs retenus pour la répartition par secteur correspondent à la nomenclature Secten.

Note : la courbe (pointillée grise) de la tendance des émissions de l'industrie est obtenue à partir de la prolongation linéaire des émissions observées sur la période 2010-2019 (soit une pente de -1,63 et ordonnée à l'origine 94,8).

Lecture : les AAP INDUSEE, DECARBIND et BCIAT devraient contribuer à 15 % de la baisse des émissions nécessaires à atteindre les objectifs de la SNBC 2 sur la période 2015-2030.

Source : Citepa (2023), *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten*, juin, pour les données sur l'évolution des émissions de gaz à effet de serre et les objectifs des objectifs de la SNBC ; données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 pour les AAP INDUSEE, DECARBIND et avril 2023 pour l'AAP BCIAT) pour les effets du plan France Relance

L'enjeu ici est d'appréhender la contribution a priori des appels à projets à la réalisation des objectifs de la SNBC 2, de manière schématique, tout en reconnaissant ses limites. La trajectoire des émissions industrielles repose sur une extrapolation linéaire de la période 2010-2019 (avec une réduction annuelle de 1,6 %). En conséquence, l'hypothèse

formulée suppose que la diminution des émissions, en l'absence des projets, serait linéaire. Les éventuelles évolutions dans la configuration industrielle, les fluctuations des prix de l'énergie ou les avancées technologiques, bien que susceptibles d'influer sur les émissions futures, sont négligées. De plus, il est fait l'hypothèse que les projets financés fonctionneront conformément aux attentes en termes de réduction des émissions, et sans générer d'effet d'aubaine.

1.3. Les autres dispositifs publics participant à la décarbonation de l'industrie

La stratégie de décarbonation des industries du plan France Relance porte essentiellement sur un levier d'action : les aides à l'investissement décarboné.

Le plan France 2030

L'État s'appuie sur une approche planifiée pour décarboner l'industrie. Le 8 novembre 2022, le président a fixé des objectifs de réduction de carbone pour les 50 principaux sites industriels émetteurs. Il vise à réduire de moitié les émissions industrielles en dix ans et à s'aligner avec le dessin européen « Fit for 55 » qui vise à atteindre la neutralité carbone en 2050. Avec 5,6 milliards d'euros consacrés à la décarbonation industrielle, le plan France 2030 montre l'engagement de l'État à transformer le secteur¹. Par ailleurs, 4 milliards d'euros sont destinés aux nouvelles mobilités et 3,5 milliards à l'hydrogène.

Des crédits sont alloués pour accélérer la transition dans l'industrie : 5 milliards sont réservés pour déployer des solutions de décarbonation à grande échelle, dont 4 milliards sont ciblés sur les sites hautement émetteurs comme les aciéries et cimenteries, et 1 milliard est destiné à poursuivre les appels à projets du plan France Relance (AAP BCIAT et DERCARBIND). Ces financements soutiennent non seulement les technologies actuelles mais encouragent également l'innovation, préparant le terrain pour l'avenir.

En 2022, plusieurs appels à projets ont été lancés pour encourager l'innovation et la mise en œuvre de solutions de décarbonation². Des projets supplémentaires, y compris des initiatives visant les grands sites industriels sont en préparation pour 2023.

Les entreprises industrielles devraient bénéficier d'un accompagnement personnalisé pour leur transition écologique grâce à un partenariat innovant entre opérateurs. Le plan France 2030 cherchera à rendre l'offre plus claire, à coordonner les acteurs publics, et à favoriser le partage d'expériences pour atteindre les objectifs nationaux.

¹ Gouvernement (2022), *France 2030. Décarbonation de l'industrie*, dossier de presse, 4 février.

² IBAC PME, DEMIBAC, SOLINBAC, ZIBAC, IZF.

Le Système européen d'échange de quotas d'émission (SEQE)

Le SEQE¹ s'applique à plus de 11 000 entreprises (installations industrielles et de production d'énergie). Il couvre 38 % des émissions de GES de l'Union européenne, et environ 75 % des émissions de l'industrie française sont soumises au SEQE. Le prix du quota est en forte augmentation depuis octobre 2020 : après une période de relative stagnation entre octobre 2018 et octobre 2020 (voir Graphique 5), avec un prix de la tonne de CO₂ compris entre 17 et 28 euros, il s'élevait à 55 euros en mai 2021. Ce système fournit une incitation aux industriels à investir dans des dispositifs de décarbonation si le prix du CO₂ est supérieur au coût d'abattement de l'entreprise.

Graphique 5 – Prix de la tonne de carbone sur le SEQE de 2005 à 2023, en euros



Lecture : le 29 septembre 2023, le prix du quota carbone pour une tonne de CO₂eq est de 80,84 euros.

Source : International Carbon Action Partnership (2023) *ICAP Allowance Price Explorer*

De plus, la Commission européenne a proposé la création d'un Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) de l'Europe dans le cadre du paquet « Fit for 55 ». Ce mécanisme permettrait d'étendre la tarification carbone aux importateurs de produits inclus dans le SEQE, de telle sorte qu'ils supportent une charge équivalente à celle des producteurs européens. Ce système pourrait permettre de concilier l'objectif de décarbonation et le maintien de la compétitivité des secteurs concernés en prévenant les

¹ Système d'échange de quotas d'émission de l'UE ou *Emission Trading Scheme* (ETS) en anglais.

fuites de carbone¹, tout en incitant les pays partenaires à mettre en place des mesures pour inciter à la décarbonation.

2. Le Fonds de décarbonation de l'industrie, principal vecteur du soutien à la décarbonation

2.1. Présentation

Le plan France Relance alloue 1,2 milliard d'euros de crédits au déploiement de solutions de décarbonation de l'industrie. Le Fonds de décarbonation de l'industrie (FDI) du plan est une mesure inédite de soutien à la décarbonation de l'industrie française tant par l'ampleur de l'enveloppe allouée que par les mesures mises en place. Il a pour objectif de déclencher le déploiement de solutions matures de décarbonation en diminuant le coût de l'investissement pour l'industriel.

Ce dispositif comprend trois volets, dont la mise en œuvre a été opérée par l'Ademe et l'Agence de services et de paiement (ASP) à travers l'organisation d'appels à projets (AAP) ou l'ouverture d'un guichet. Sur le périmètre des bénéficiaires annoncés, les dispositifs mis en œuvre sont :

- Les AAP de soutien à l'investissement de projets améliorant l'efficacité énergétique et la décarbonation des procédés (INDUSEE en 2020², puis DECARBIND en 2021). Ces AAP s'adressent aux projets qui représentent un investissement de plus de 3 millions d'euros. À la date de collecte des données (juin 2022), les AAP de l'Ademe ont permis de soutenir 140 lauréats, pour un montant de subvention total de 553 millions d'euros et pour un montant d'investissement déclenché de 2,6 milliards d'euros. Les projets ainsi financés devraient permettre une économie de 2,7 MtCO₂eq par an à isoproduction³.
- L'AAP de soutien à l'investissement pour la production la chaleur bas-carbone issue de la biomasse (BCIAT). À la date de collecte des données (avril 2023), cet AAP a permis de soutenir 97 lauréats, pour un montant total de 424 millions d'euros de subventions à l'investissement, pour un investissement total de 1,1 milliard d'euros. Cet appel à projets devrait permettre d'éviter 1,78 MtCO₂eq par an à isoproduction.

¹ Les fuites de carbone se définissent comme la délocalisation de production fortement émissive en dehors de l'Union européenne afin de se soustraire à la réglementation européenne.

² Clos le 20 octobre 2020.

³ À partir des estimations réalisées *ex ante* par les porteurs de projets et contre expertisées par l'Ademe.

- Le guichet de soutien aux projets d'amélioration de l'efficacité énergétique de moins 3 millions d'euros d'investissements. Ce guichet a été ouvert du 10 novembre 2020¹ au 30 juin 2022².

Par ailleurs, d'autres dispositifs du plan France Relance (qui ne sont pas évalués ici) ont pu contribuer aux objectifs de décarbonation de l'industrie comme le soutien aux investissements dédiés à l'incorporation de matière plastique recyclée (ORPLAST) géré par l'Ademe.

Tableau 1 – Caractéristiques des appels à projets du Fonds de décarbonation de l'industrie

Appel à projets	Nombre de projets lauréats	Nombre de projets candidats non lauréats	Total des subventions (en millions €)	Investissements associés aux projets financés (en milliards €)	Réduction de GES (MtCO ₂ /an)
INDUSEE	33	38	108	493	0,93
DECARBIND	107	59	444	2 129	1,81
BCIAT	97	23	424	1 145	1,78
Aides au guichet	785		37	0,108	

Source : Ademe (données arrêtées en juin 2022 pour les AAP INDUSEE et DECARBIND et en avril 2023 pour l'AAP BCIAT) ; Agence de services et de paiement (données à jour de février 2023 pour les aides au guichet), BIC RN / BIC RS 2020 à 2022

2.2. Les fonds de soutien à l'efficacité énergétique

L'appel à projets INDUSEE lancé dès août 2020 ciblait les projets d'efficacité énergétique

L'appel à projets INDUSEE a été lancé le 1^{er} août 2020 et clos le 20 octobre 2020. Il vise à soutenir les investissements en faveur de la décarbonation ou de la réduction de la consommation d'énergie.

Le cahier des charges³ précise les conditions d'éligibilité des projets au dispositif :

- l'AAP cible uniquement le secteur de l'industrie manufacturière et les mesures d'efficacité énergétique pour une activité industrielle ;

¹ Décret n° 2020-1361 du 7 novembre 2020.

² Décret n° 2022-922 du 22 juin 2022.

³ Cahier des charges 2020 de l'appel à projets INDUSEE.

- le projet d'investissement doit par ailleurs être supérieur à 3 millions d'euros ;
- le projet doit permettre une réduction de la consommation en énergie primaire et ainsi des émissions de gaz à effet de serre des installations du site. Les nouvelles installations et extensions industrielles sont aussi éligibles à condition que leur performance énergétique et environnementale soit supérieure à la solution de référence ;
- seules sont éligibles les solutions ayant dépassé le stade de la R & D et étant suffisamment mature pour une utilisation industrielle.

L'attribution des subventions par l'Ademe se fait sur la base de plusieurs critères :

- l'amélioration de l'efficacité énergétique : réduction des consommations d'énergie (en volume, rapportée aux consommations globales du site et rapportée aux unités de production) ;
- la performance environnementale : réduction des émissions de gaz à effet de serre (en volume, rapportée aux consommations globales du site et rapportée aux unités de production) ;
- la cohérence et l'ambition industrielle et environnementale : état d'avancement et déroulement envisagé des étapes du projet et enjeux pour le site ou le groupe industriel concerné (par exemple, impacts sur l'emploi ou sur le schéma de production) ;
- par ailleurs, l'Ademe porte une attention particulière à l'efficacité de l'aide publique mesurée par le montant de la subvention rapportée aux tCO₂eq évitées sur la durée de vie du projet.

Les subventions maximales octroyées s'élèvent à 30 % des dépenses éligibles¹ pour les grandes entreprises, 40 % pour les moyennes entreprises et 50 % pour les petites entreprises. Le régime « cadre temporaire pour le soutien aux entreprises » permet aux États membres d'apporter un appui à leurs entreprises pendant la crise du Covid-19 pour une aide d'un montant maximum de 800 000 euros puis de 1,8 million d'euros sans limites de taux d'aide. L'assiette éligible est alors le surcoût de l'investissement, avec une modulation de l'aide afin de limiter le temps de retour brut de l'investissement à plus de 24 mois minimum.

¹ La subvention octroyée est régie par le régime d'aide à la réalisation de l'Ademe n° SA 55400 conformément à l'encadrement communautaire des aides d'État. Les dépenses éligibles sont définies comme les coûts éligibles après déduction faite d'un investissement de référence (ou contrefactuel).

L'appel à projets DECARBIND fait suite à l'AAP INDUSEE et étend le champ des projets éligibles à la transformation des procédés

Dès sa conception, l'appel à projets INDUSEE avait vocation à être étendu afin de couvrir l'ensemble des investissements d'adaptation technologique visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Un appel à manifestation d'intérêt (AMI IndusDECAR) a été initié en parallèle pour identifier toutes les solutions technologiques matures permettant de réduire les émissions pour anticiper l'AAP DECARBIND faisant suite à l'AAP INDUSEE. Cet AMI a permis d'identifier 125 projets ainsi que de nouvelles technologies susceptibles d'être subventionnées par l'AAP.

L'AAP DECARBIND a été lancé en mars 2021. La principale différence avec l'AAP INDUSEE est l'élargissement des projets éligibles au-delà de l'amélioration de l'efficacité énergétique (en particulier à l'électrification et à la modification des intrants ou du procédé industriel s'ils ont pour conséquence la baisse des émissions).

Les critères de sélection de cet appel à projets sont similaires à ceux d'INDUSEE, à savoir l'efficacité énergétique mesurée par le montant d'aides publiques rapporté aux émissions de CO₂eq. À ce critère s'ajoute la prise en compte de critères qualitatifs tels que :

- la cohérence et l'ambition environnementale : inscription du projet dans une trajectoire de décarbonation, impacts environnementaux hors climat, inscription dans une démarche territoriale ;
- la cohérence et l'ambition industrielle : évaluation technique et financière du projet, impact sur la compétitivité, le niveau d'activité et l'emploi du site industriel ;
- la structuration de la filière : schéma de sous-traitance envisagé, mobilisation de capacités de production sur le territoire national et européen, répliquabilité du projet au-delà du groupe.

L'appel à projets a été clos le 14 octobre 2021 et l'ensemble de lauréats ont été désignés dans le courant de l'année 2022.

Le guichet de soutien aux projets d'amélioration de l'efficacité énergétique

Les aides au guichet dispensées par l'Agence de services et de paiement, fonctionnant selon un principe légèrement distinct de celui des appels à projets gérés par l'Ademe.

Les types d'équipements éligibles sont spécifiés par arrêté¹. Les taux d'aides auxquels les entreprises peuvent prétendre dépendent à la fois du type d'équipement, de la taille de

¹ Arrêté du 7 novembre 2020 relatif aux modalités de gestion de l'aide en faveur des investissements de décarbonation des outils de production industrielle.

l'entreprise et du secteur d'activité¹. Ces taux sont échelonnés, variant de 10 % pour les équipements les moins subventionnés acquis par de grandes entreprises à 50 % pour ceux acquis par de petites entreprises. Les investissements éligibles ne peuvent excéder une valeur de 3 millions d'euros.

À l'inverse des AAP BCIAT, INDUSEE et DECARBIND, l'attribution de l'aide ne nécessite pas d'évaluation environnementale du projet. Par ailleurs, l'attribution de l'aide initialement conçue comme automatique pour autant que les critères d'éligibilité soient respectés (notamment la taille de l'entreprise et la nature des investissements). Toutefois, l'examen des dossiers implique une expertise partagée entre l'Agence de services et de paiement (ASP), la Direction générale des entreprises (DGE) et l'Ademe, car la classification des équipements envisagés nécessite parfois des décisions au cas par cas.

Le guichet de demande de ces aides, ouvert en novembre 2020, a été clos en décembre 2022. Une fois les dossiers soumis et examinés, les entreprises disposent de vingt-quatre mois pour utiliser l'aide obtenue afin de financer un investissement.

2.3. Le fonds de soutien à la chaleur décarbonée

L'appel à projets BCIAT s'inscrit dans la continuité du Fonds Chaleur préexistant au plan de relance

L'AAP BCIAT, historiquement financé dans le cadre du Fonds Chaleur, vient d'être abondé financièrement par France Relance. Créé en 2009, ce fonds, opéré par l'Ademe, est doté de 2,6 milliards d'euros au global en 2009. Il s'inscrit dans l'objectif national d'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie en France à 20 % en 2020 et 32 % en 2030². La contribution du Fonds Chaleur à ces objectifs est démontrée³. Il a permis de soutenir 6 000 réalisations et une production d'énergie renouvelable à hauteur de 35,5 TWh/an d'après l'Ademe.

Le plan France Relance s'appuie sur l'ingénierie préexistante de l'Ademe pour soutenir rapidement la chaleur décarbonée à travers l'appel à projets BCIAT lancé en septembre 2020. Celui-ci vise plus spécifiquement à financer des équipements permettant la production de chaleur et d'air chaud. Les projets consistent ainsi au remplacement ou à l'adaptation d'une chaudière ou d'un générateur existant, pour passer d'un combustible fossile, principalement le gaz naturel, à la biomasse.

¹ Décret n° 2020-1361 du 7 novembre 2020.

² Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement I et loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

³ Voir notamment Ademe (2018), *Évaluation stratégique du Fonds Chaleur de 2009-2017*.

Ce nouveau programme comporte volet de soutien à l'investissement (CAPEX)¹ et un volet soutien au fonctionnement (OPEX) géré par l'ASP. Ce dernier vise à compenser l'écart de coûts entre la chaleur produite à partir de la biomasse et la solution alternative reposant sur un combustible fossile.

Les caractéristiques techniques du projet ainsi que la pertinence économique et environnementale ont été retenues pour évaluer les projets² :

- le ratio aide en euros rapporté à l'énergie annuelle produite à partir de biomasse (MWh) et le ratio aide en euros sur tonne de CO₂ évitée sont retenus comme indicateur de performance. Les projets les plus efficaces selon ces indicateurs sont prioritaires ;
- la construction d'une démarche d'économies d'énergie est un préalable aux projets ;
- le dimensionnement technique de l'installation doit être adapté au besoin pour limiter le fonctionnement à taux réduit. Par ailleurs, le rendement de la centrale doit être d'au moins 85 % et la puissance minimale de 12 MW ;
- l'alimentation en ressources biomasses doit faire l'objet d'un plan d'approvisionnement ;
- les effets de l'installation sur la pollution de l'air et la gestion des cendres.

Par ailleurs, les coûts admissibles sont calculés à partir d'une évaluation économique en comparant la différence de coûts entre la solution biomasse et un projet contrefactuel reposant dans la majorité des cas sur une chaudière au gaz d'une puissance équivalente.

3. L'intensité carbone des entreprises, déterminant central de l'accès à l'aide

Cette section présente, à partir des estimations réalisées par l'IPP, les caractéristiques des entreprises qui ont sollicité les aides décarbonation. Elle cherche également à décrire les caractéristiques des projets retenus et de ceux qui ne l'ont pas été afin d'explicitier la pertinence des choix opérés dans l'attribution des aides.

3.1. Ciblage des projets candidats

L'analyse de chaque AAP met en lumière des distinctions dans leur ciblage, principalement entre les APP BCIAT et les APP DECARBIN et INDUSEE, plus homogènes. Néanmoins,

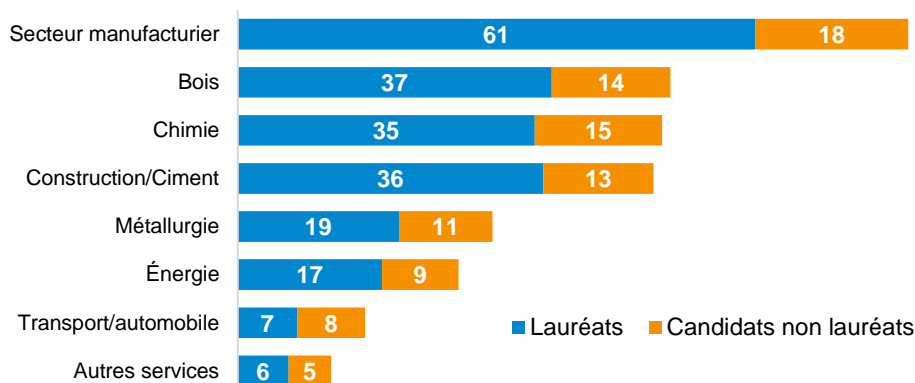
¹ Les dossiers OPEX nécessite un processus de notification d'aides d'État auprès de la Commission européenne. Ce processus juridique est encore en cours.

² Cahier des charges de l'appel à projets BCIAT 2020.

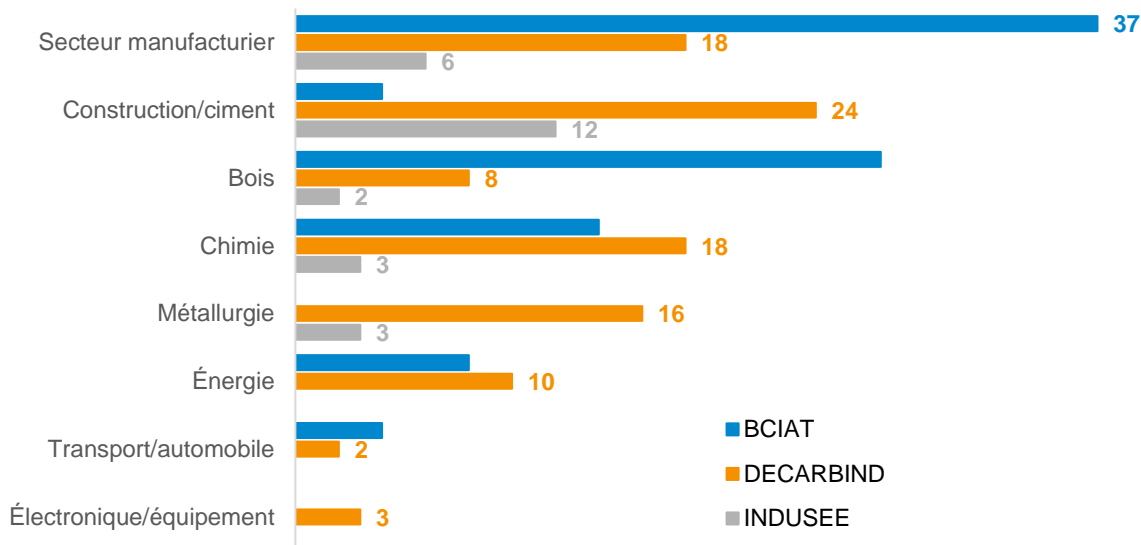
bien que chaque appel ait ses spécificités, une tendance se dégage en faveur des projets avec *a priori* de fortes efficacités carbone (tCO₂eq évitées par euro investi).

Graphique 6 – Répartition sectorielle des établissements bénéficiaires et candidats non bénéficiaires

a/ Bénéficiaires et candidats non bénéficiaires de l'ensemble des appels à projets



b/ Bénéficiaires par appel à projets



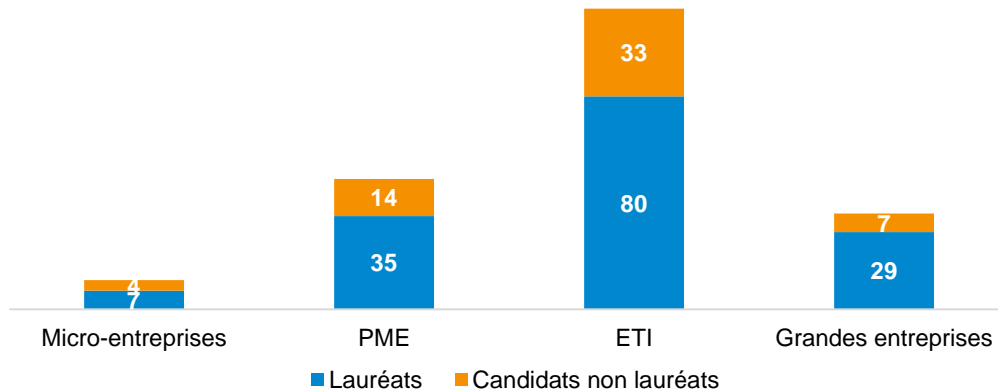
Note : ce graphique présente respectivement le nombre d'établissements s'étant portés candidats et ayant été lauréats de l'ensemble d'appels à projets à la décarbonation de l'industrie (BCIAT, DECARBIND, INDUSEE). Les secteurs ont été construits à partir de regroupements des divisions de la classification NAF de la manière suivante : Secteur manufacturier (10 à 15), Bois (16 à 18), Chimie (20 à 22), Construction/ciment (23, 42, 43), Métallurgie (24, 25), Électronique/équipement (26 à 28), Industrie Transport/automobile (29, 30), autres services (71, 72, 82, 38).

Lecture : 79 établissements du secteur manufacturier ont candidaté à un appel à projets BCIAT, DECARBIND ou INDUSEE, parmi lesquels 61 ont reçu une aide. Parmi les établissements du secteur de l'énergie lauréats d'au moins un appel à projets, 8 ont bénéficié d'une aide BCIAT et 10 d'une aide DECARBIND.

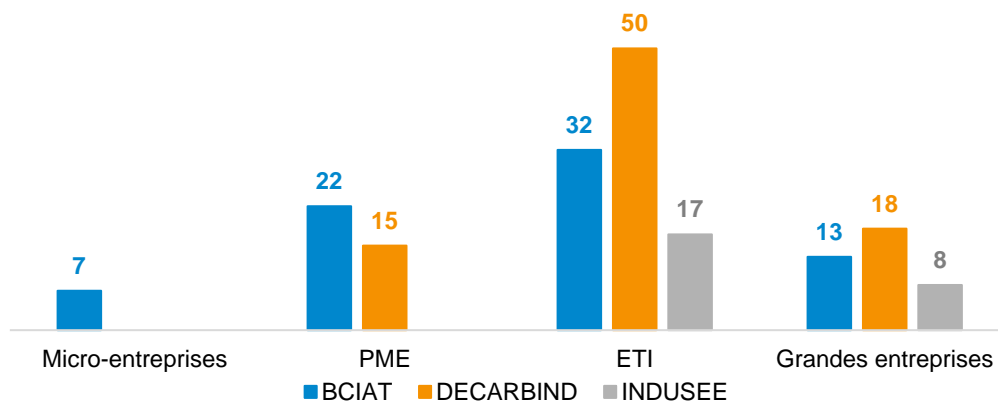
Sources : données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 – BCIAT)

Graphique 7 – Répartition par taille des entreprises bénéficiaires et candidats non bénéficiaires

a/ Bénéficiaires et candidats non bénéficiaires de l'ensemble des appels à projets



b/ Bénéficiaires par appels à projets



Lecture : parmi les entreprises candidates à au moins un appel à projets, 49 sont des PME et 35 d'entre elles sont lauréates. Parmi les PME lauréates d'au moins un appel à projets, 22 ont bénéficié d'une aide BCIAT et 15 d'une aide DECARBIND.

Source : données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 – BCIAT)

Encadré 1 – Base de données constituée par l'Institut des politiques publiques

L'Institut des politiques publiques a constitué une base de données afin d'analyser les caractéristiques des lauréats et des candidats des appels à projets fournis par l'Ademe. Cette base repose sur l'appariement de plusieurs sources :

- les données issues des dossiers d'instruction de l'Ademe des appels à projets DECARBIND, INDUSEE et BCIAT. Ces données datent de juin 2022 pour les projets DECARBIND et INDUSEE, et d'avril 2023 pour les projets BCIAT. Ces

- données fournissent des informations sur les établissements candidats¹ et lauréats² : le montant des aides allouées aux lauréats, le CAPEX des projets et l'estimation de la quantité de CO₂ évitée par projet ;
- le fichier approché des résultats d'Esane (FARE) fournit le bilan comptable et le compte de résultat pour chaque année des entreprises : production, valeur ajoutée, excédent brut d'exploitation, montant des investissements, effectifs, date de la création d'entreprise, code APE, taille d'entreprise ;
 - l'enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI) qui fournit des informations sur la consommation énergétique des établissements industriels. Cette base est appariée avec la base Tous Salariés pour obtenir les consommations énergétiques au niveau des entreprises ;
 - les données Citepa sur la quantité de CO₂ émise par secteur d'activité de l'économie française et en particulier des sous-secteurs de l'industrie manufacturière.

Les analyses sont réalisées à deux niveaux de granularité différents : au niveau des entreprises et au niveau des sous-secteurs de l'industrie. Pour le premier niveau d'analyse, les données issues de l'Ademe sont appariées au niveau du SIREN (numéro d'identification de l'entreprise) et non au niveau du SIRET (numéro d'identification de l'établissement), la base FARE ne fournissant les informations comptables qu'au niveau du SIREN. Parmi les 276 établissements présents dans les dossiers d'instruction de l'Ademe, 17 ne figurent pas dans les fichiers approchés des résultats de l'Esane³ et 67 dans les données de l'enquête EACEI⁴. Néanmoins, les caractéristiques des projets appariés et non appariés avec les données EACEI sont relativement similaires, aussi bien pour l'appel à projets BCIAT que pour INDUSEE et DECARBIND. La principale différence tient au fait que les projets de décarbonation d'ampleur la plus importante dans les appels à projets INDUSEE et DECARBIND sont réalisés par des entreprises des industries lourdes (métallurgie, ciment) dont la taille moyenne garantit une bien meilleure couverture par l'enquête EACEI.

¹ Les établissements lauréats ou dont le statut est « en instruction » ou « invitation à redépôt » sont considérés comme candidats. Les établissements dont le statut est « inéligible » ou « abandon » ne sont pas considérés comme candidats ni lauréats et sont retirés de l'analyse.

² Les établissements dont le statut est « sélection copil technique », « validé ministre » ou « engagé » sont considérés comme lauréats.

³ Ceci provient d'une majorité d'entreprises candidates aux APP créées trop récemment pour apparaître dans les liasses fiscales pour l'année 2021.

⁴ Ceci provient d'une majorité d'entreprises candidates aux APP créées trop récemment pour apparaître dans l'enquête. Une part non négligeable des projets fait partie de secteurs qui, de par la taille moyenne des établissements, sont assez peu couverts. Le secteur de la production d'énergie, auxquels certains projets sont rattachés par défaut, n'est pas couvert.

L'appel à projets INDUSEE

L'AAP INDUSEE est principalement sollicité par les secteurs de la construction et du ciment ainsi que le secteur manufacturier. À la différence de l'AAP BCIAT, les lauréats de l'AAP INDUSEE envisagent des investissements plus importants que les candidats non bénéficiaires (3,3 millions d'euros en moyenne contre 0,8 million après révision de l'Ademe). Cet APP montre une tendance marquée pour les grandes entreprises à soumettre des candidatures et à être retenues. Plus d'une centaine d'ETI et près de 40 grandes entreprises ont postulé, contrastant avec une douzaine seulement de microentreprises. Quant à la santé financière des établissements évaluée par la note Ellipro, qui va de 1 pour les établissements en grande difficulté financière à 10 pour les établissements en parfaite santé, les bénéficiaires sont en moyenne légèrement mieux notés que les non bénéficiaires.

Comme pour l'AAP BCIAT, l'intensité carbone et énergétique des établissements lauréats est supérieure à celle des non-bénéficiaires. Les gains de CO₂ sont quant à eux 40 % plus élevés pour les projets bénéficiaires que pour les projets non bénéficiaires, avec une moyenne de 526 ktCO₂eq évitées sur vingt ans prévue pour les premiers contre moins de 394 ktCO₂eq évitées en moyenne pour les seconds. L'efficacité des projets lauréats est plus forte : 67,80 euros d'aide par tCO₂eq évitée sur vingt ans, contre 1 564,20 euros pour les non-lauréats¹.

La tendance, où les établissements lauréats sont davantage intensifs en carbone et en énergie que les candidats non bénéficiaires, se retrouve pour l'APP INDUSEE. Toutefois, il n'y a pas de différence significative concernant leur santé financière.

L'appel à projets DECARBIND

Comme l'AAP INDUSEE, l'AAP DECARBIND cible (et est ciblé) par les secteurs de la construction et du ciment ainsi que le secteur manufacturier. Pour les lauréats de l'APP DECARBIND, l'aide moyenne demandée est moins importante que celle des projets candidats non bénéficiaires (4,2 millions contre 5 millions après révision de l'Ademe). Comme l'AAP INDUSEE, les candidats à cet AAP sont majoritairement des ETI et des grandes entreprises. Ces projets envisagent des investissements nettement moins conséquents, en partie car les établissements lauréats sont en moyenne de plus petite taille en termes d'effectifs. Les économies de CO₂ sont comparables pour les deux groupes sur une période de vingt ans, de l'ordre de 338 ktCO₂eq. Pour autant, d'après les porteurs

¹ Il s'agit du montant de l'aide non révisé par l'Ademe. La moyenne est tirée vers le haut par des valeurs extrêmes parmi les non-lauréats.

de projet, l'efficacité des projets lauréats est plus élevée : 49,60 euros d'aide par tonne de CO₂ évitée sur vingt ans, contre 189,20 euros pour les non-lauréats (voir Tableau 2).

Tableau 2 – Caractéristiques moyennes des projets candidats aux appels à projets INDUSEE et DECARBIND

Variables	INDUSEE		DECARBIND	
	Bénéficiaires	Candidats non bénéficiaires	Bénéficiaires	Candidats non bénéficiaires
Aide demandée (en milliers €)	3 869	2 867	5 210	5 440
Aide révisée (en milliers €)	3 279	883	4 154	4 983
Investissement (en milliers €)	13 962	3 122	19 321	32 371
Gain CO ₂ annuel (en kt)	28,1	19,6	16,9	16,8
Gain CO ₂ sur 20 ans (en kt)	562	394	338	337
€ d'aide demandée/CO ₂ (t) évitées sur 20 ans	68	1 564	50	189
CO ₂ (tonnes)/nombre d'heures travaillées	0,16	0,22	0,25	0,17
Conso énergie (tep)/nombre d'heures travaillées	0,08	0,08	0,11	0,08
Somme salaires brut (en milliers €)	14 486	24 046	23 878	41 950
Effectif siret	416	612	587	959
Note ellipro	6,938	6,647	6,625	6,559

Note : caractéristiques des projets bénéficiaires et non bénéficiaires de l'appel à projets INDUSEE et DECARBIND dans le cadre de France Relance. Le nombre d'observations varie du fait de données manquantes dans la base Ademe ou de projets non appariés avec les données EACEI. Les données économiques sont relatives à l'entreprise du projet.

Lecture : l'aide moyenne demandée par les projets bénéficiaires de l'appel à projets INDUSEE s'élève à 3,87 millions d'euros. L'aide moyenne demandée par les projets bénéficiaires de l'appel à projets DECARBIND s'élève à 5,21 millions d'euros.

Sources : données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 – BCIAT), EACEI, DADS ; calculs IPP

Les aides au guichet

Le plan France Relance a mis en place des aides spécifiques pour la décarbonation, gérées par l'Agence de services et de paiement (ASP). Ces subventions sont allouées selon des critères bien précis. Les équipements subventionnés sont définis par un arrêté,

et la subvention varie entre 10 % et 50 % en fonction de l'équipement et de la taille de l'entreprise. Tout investissement ne peut excéder 3 millions d'euros.

Inauguré en novembre 2020, ce guichet a fermé en décembre 2022. Sur 1 374 dossiers déposés à la fin de 2022, 1 044 sont approuvés et 330 rejetés. Les entreprises bénéficiaires ont deux ans pour utiliser les fonds, et en février 2023, seule une centaine y avait eu recours. Les délais de mise en œuvre et la petite taille des investissements compliquent l'évaluation de l'efficacité et de la cible de ces aides. Néanmoins, l'analyse actuelle conduite par l'IPP montre que la majorité des candidats provient du secteur agroalimentaire, en particulier de la boulangerie-pâtisserie industrielle. Une future étude de cas sur ce secteur pourrait être instructive. D'autres secteurs, comme la fabrication de produits métalliques et l'industrie chimique, sont également représentés.

Alors que le guichet de décarbonation a suscité un grand intérêt, son impact réel reste à déterminer. Les statistiques actuelles montrent une forte participation de l'industrie agroalimentaire.

L'appel à projets BCIAT dans le cadre de France Relance

Tableau 3 – Caractéristiques moyennes des projets candidats à l'appel à projets BCIAT

Variables	Bénéficiaires	Candidats non bénéficiaires
Aide demandée (en milliers)	4 763	5 243
Investissement (en milliers)	12 687	15 531
Gain CO ₂ annuel (en kt)	18	
Gain CO ₂ sur 15 ans (en kt)	276	
€ d'aide/CO ₂ (t) évitées sur 15 ans	19	
CO ₂ (tonnes)/nombre d'heures travaillées	0,077	0,09
Conso énergie (tep)/nombre d'heures travaillées	0,044	0,061
Somme salaires brut (en milliers €)	19 928	9 978
Effectif siret	567	293

Note : caractéristiques des projets bénéficiaires et non bénéficiaires de l'appel à projets BCIAT dans le cadre de France Relance. Le nombre d'observations varie du fait de données manquantes dans la base Ademe ou de projets non appariés avec les données EACEI. Les données économiques sont relatives à l'entreprise du projet.

Lecture : l'aide moyenne demandée par les projets bénéficiaires de l'appel à projets BCIAT s'élève à 4,76 millions d'euros.

Sources : données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 – BCIAT), EACEI, DADS ; calculs IPP

Dans le cadre de France Relance, l'AAP BCIAT est majoritairement sollicité dans le secteur manufacturier et du bois. Les lauréats de l'AAP BCIAT envisagent des investissements moins importants que les candidats non bénéficiaires (12,7 millions d'euros en moyenne contre 15,5 millions après révision de l'Ademe). Les établissements principalement candidats sont des PME et des ETI là où pour les autres appels à projets les candidats sont de plus grande taille en termes d'effectifs. Les établissements sont en moyenne moins émetteurs de CO₂eq et consomment moins d'énergie par heure travaillée¹. Ils présentent cependant des intensités carbone et énergétiques médianes supérieures. L'efficacité des projets lauréats est de 15 euros d'aide par tonne de CO₂ évitée sur 20.

3.2. Ciblage des entreprises non candidates, candidates et lauréates

Comparées aux entreprises qui ne sont pas candidates, celles qui demandent l'aide sont généralement plus anciennes et comptent plus d'effectifs. Cela en particulier si elles sont lauréates (demande puis obtention de l'aide). L'ancienneté médiane des entreprises lauréates s'établit à 37 ans, contre 35 ans pour les candidates non lauréates et 16 ans pour les entreprises non candidates. En ce qui concerne la taille en termes d'effectifs, les entreprises lauréates comptent en moyenne près de 1 700 employés, contre 1 000 pour les candidates non lauréates, et seulement 16 employés pour les non-candidates (voir Tableau 4). Ce résultat s'explique par le fait que le BCIAT cible des projets industriels de grande envergure : la chaudière biomasse subventionnée doit produire *a minima* 12 GWh par an.

Sur le plan comptable, le chiffre d'affaires des entreprises candidates, et surtout lauréates, surpasse nettement celui des entreprises non candidates. Les entreprises ayant bénéficié d'au moins une subvention affichent un chiffre d'affaires moyen s'élevant à presque un milliard d'euros, là où le chiffre d'affaires moyen des entreprises non candidates est de 400 000 euros. En termes d'endettement, les entreprises candidates montrent des niveaux moyens inférieurs par rapport aux non-candidates. Toutefois, les entreprises bénéficiaires d'au moins une aide présentent un ratio d'endettement légèrement plus élevé (que ce soit par rapport à leur chiffre d'affaires ou à leur valeur ajoutée) que les entreprises candidates non lauréates.

¹ Au niveau établissement, les émissions de CO₂ et l'énergie consommée ne peuvent pas être rapportées à la valeur ajoutée, qui est une variable calculée au niveau entreprise uniquement, et sont donc rapportées à une autre variable d'activité, ici le nombre d'heures travaillées, afin de calculer les intensités carbone et énergétique.

**Tableau 4 – Caractéristiques des entreprises bénéficiaires, candidates et non candidates
(présentes dans l'EACEI)**

<i>Candidats bénéficiaires</i>							
Variable	N	Pctl 1	Q1	Médiane	Moyenne	Q3	Pctl 99
Effectif	140	35	230	672	1 924	1 480	22 471
CA (en million €)	140	8	62	184	1 012	564	10 935
CO ₂ (kt) /VA (en €)	140	0,0	0,2	0,8	2,9	2,7	50,2
Conso énergie (en ktep /VA)	140	0,0	0,2	0,5	1,2	1,5	11,2
Dette/VA (en €)	140	0,0	0,1	0,4	1,3	1,1	11,0
Dette/CA (en €)	140	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	2,1
Heures travaillées /VA (en €)	140	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,06
Masse salariale /VA (en €)	140	0,1	0,3	0,5	0,5	0,6	1,6
Âge	140	6	26	42	39	53	72
<i>Candidats non bénéficiaires</i>							
Variable	N	Pctl 1	Q1	Médiane	Moyenne	Q3	Pctl 99
Effectif	48	28	265	528	1 120	1 391	7 331
CA (en million €)	48	4	53	119	341	333	2 571
CO ₂ (kt) /VA (en €)	48	0,0	0,1	0,4	0,9	1,2	8,0
Conso énergie (en ktep/VA)	48	0,0	0,1	0,2	0,7	0,9	4,9
Dette/VA (en €)	48	0,0	0,1	0,3	1,0	1,0	7,0
Dette/CA (en €)	48	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	1,1
Heures travaillées /VA (en €)	48	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,15
Masse salariale /VA (en €)	48	0,2	0,4	0,5	0,7	0,6	3,4
Âge	48	5	22	35	36	51	68
<i>Non-candidats</i>							
Variable	N	Pctl 1	Q1	Médiane	Moyenne	Q3	Pctl 99
Effectif	8 368	21	56	121	307	288	2 993
CA (en millions €)	8 368	1	6	16	69	45	821
CO ₂ (kt) /VA (en €)	8 368	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	2,8
Conso énergie en (ktep/VA)	8 368	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	1,9
Dette/VA (en €)	8 368	0,0	0,0	0,2	0,7	0,6	7,9
Dette/CA (en €)	8 368	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	1,3
Heures travaillées /VA (en €)	8 368	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,14
Masse salariale /VA (en €)	8 368	0,2	0,5	0,6	0,6	0,7	2,1
Âge	8 368	6	23	33	35	48	68

Note : statistiques descriptives des entreprises bénéficiaires, candidates et non candidates à au moins un des appels à projets BCIAT, DECARBIND et INDUSEE dans le cadre de France Relance. Le groupe des entreprises non candidates est restreint aux entreprises présentes dans l'enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI), qui couvre la totalité des entreprises industrielles de plus de 250 salariés et une partie des établissements industriels de plus de 20 salariés.

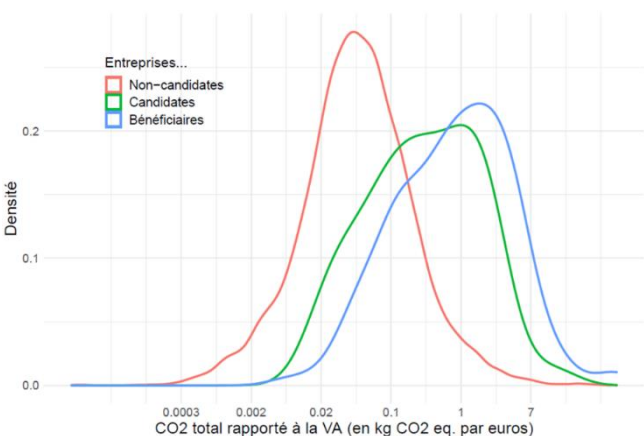
Lecture : le chiffre d'affaires (CA) moyen est de 1 milliard d'euros pour les entreprises bénéficiaires d'au moins une aide, de 341 millions d'euros pour les entreprises candidates à un appel à projets mais n'ayant pas bénéficié d'une aide et de 69 millions d'euros pour les entreprises qui n'ont pas été candidates à un appel à projets.

Sources : données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 – BCIAT), BICRN / BICRS, EACEI, DADS ; calculs IPP

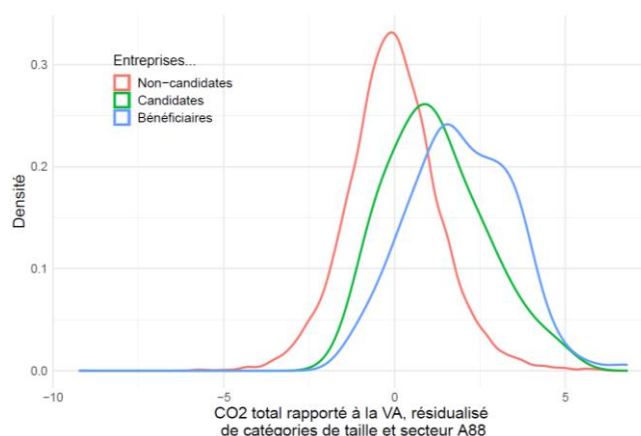
Enfin, du point de vue environnemental, l'analyse se fonde sur l'intensité carbone et énergétique, à savoir les émissions de CO₂ et la consommation énergétique par unité de valeur ajoutée. La quasi-totalité des entreprises candidates aux aides France Relance se trouve dans la moitié des entreprises industrielles les plus intenses en CO₂. Plus spécifiquement, les entreprises bénéficiaires d'au moins une subvention ont des taux en moyenne trois fois plus élevés (2,9 kCO₂eq/VA) d'intensité carbone et deux fois plus élevés en intensité énergétique que leurs homologues candidates non bénéficiaires (0,9 kCO₂eq/VA). Ces dernières, quant à elles, présentent des intensités carbone et énergétique en moyenne quatre fois supérieures par rapport aux entreprises non candidates (0,2 kCO₂eq/VA).

Graphique 8 – Distribution de l'intensité CO₂ de la valeur ajoutée, par groupes d'entreprises

a/ Intensité CO₂ de la valeur ajoutée



b/ Intensité résiduelle



Note : distribution de l'intensité CO₂ de la valeur ajoutée pour les entreprises bénéficiaires d'au moins une aide, les entreprises candidates à au moins un des appels à projets BCIAT, INDUSEE et DECARBIND mais non bénéficiaires d'aide et les entreprises qui n'ont pas été candidates à un des appels à projets France Relance. Dans le Graphique 8b, on contrôle par le secteur et la taille des entreprises.

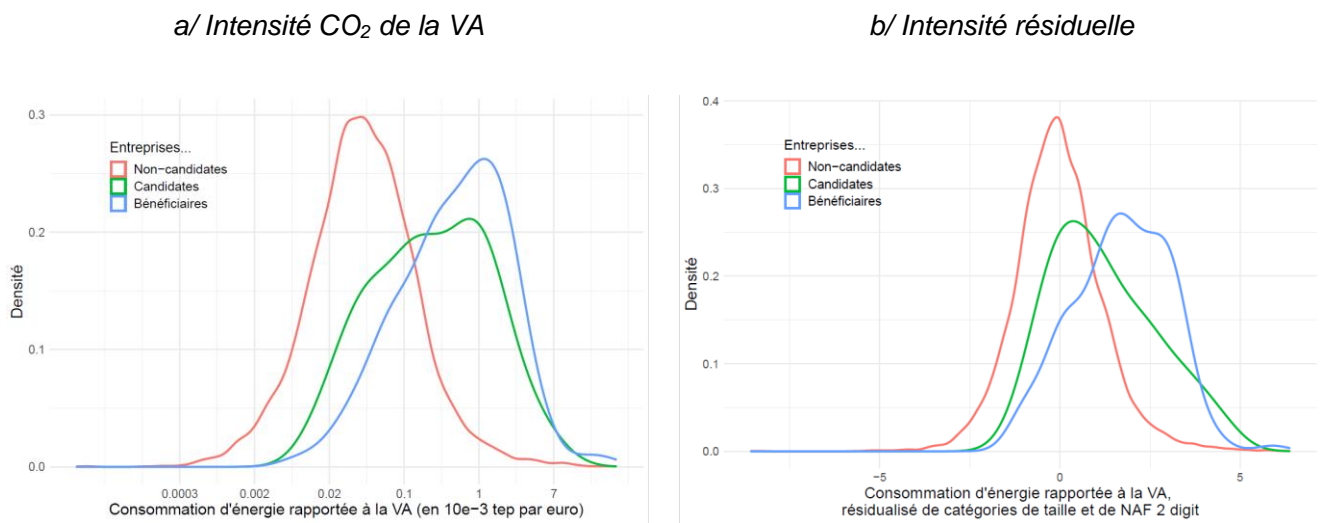
Lecture : plus la distribution est décalée vers la droite, plus les entreprises du groupe sont intenses en carbone. Graphique 8a : la majorité des entreprises qui candidatent aux aides à la décarbonation sont plus intenses en carbone que le reste des entreprises industrielles. Graphique 8b : la majorité des entreprises qui candidatent aux aides à la décarbonation ont une intensité CO₂ de leur valeur ajoutée supérieure à la médiane de leur secteur et de leur catégorie de taille.

Sources : données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 – BCIAT), BICRN / BICRS, EACEI ; calculs IPP

Les distributions des intensités CO₂eq de la valeur ajoutée et de la consommation énergétique de la valeur ajoutée (voir Graphique 8 ci-dessus) révèlent que certaines entreprises non-candidates en haut des distributions présentent des intensités carbone et

énergétiques semblables à celles des candidates (bénéficiaires et non bénéficiaires). Ces entreprises n'ont pas sollicité d'aide malgré une similitude dans un critère *a priori* essentiel de candidature. Autrement dit, il reste un vivier d'entreprises, encore non exploré, qui pourraient potentiellement prétendre aux aides des appels à projets du plan France Relance sur la base de leur intensité énergétique et carbone.

Graphique 9 – Distribution de l'intensité en consommation énergétique de la valeur ajoutée, par groupes d'entreprises



Note : distribution de l'intensité en consommation énergétique de la valeur ajoutée pour les entreprises bénéficiaires d'au moins une aide, les entreprises candidates à un au moins un des appels à projets BCIAT, INDUSEE et DECARBIND mais non bénéficiaires d'aide et les entreprises qui n'ont pas été candidates à un des appels à projets France Relance.

Lecture : plus la distribution est décalée vers la droite, plus les entreprises du groupe sont intenses en énergie. Dans le panneau (b), on contrôle par le secteur et la taille des entreprises. Panneau (a) : la majorité des entreprises qui candidatent aux aides à la décarbonation sont plus intensives en énergie que le reste des entreprises industrielles. Panneau (b) : la majorité des entreprises qui candidatent aux aides à la décarbonation ont une intensité énergétique de leur valeur ajoutée supérieure à la médiane de leur secteur et de leur catégorie de taille.

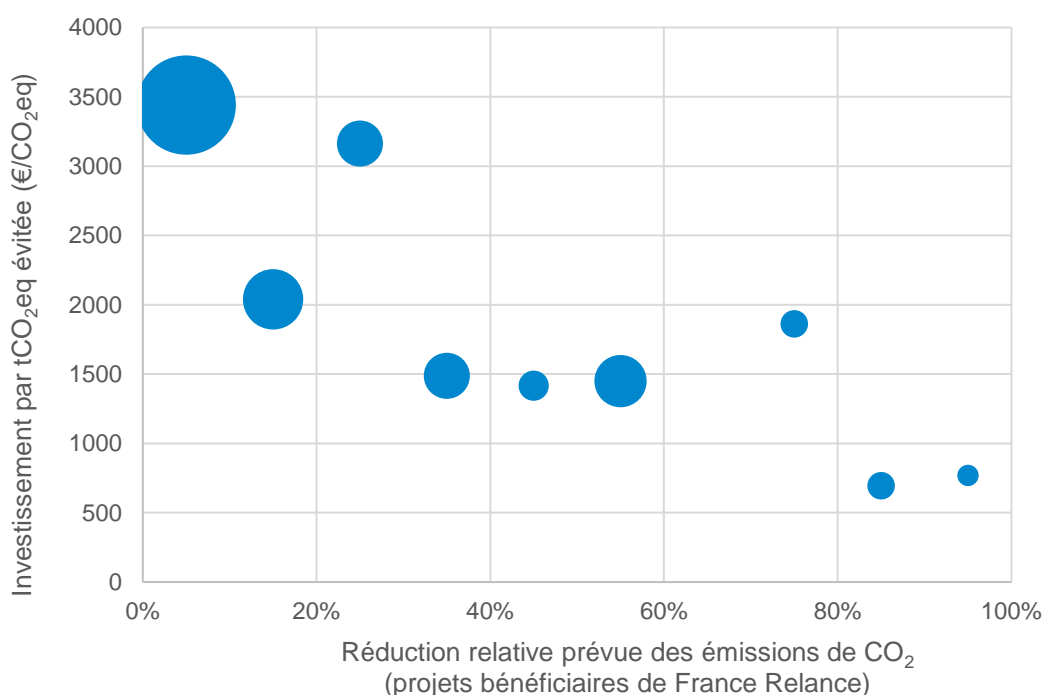
Sources : données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 – BCIAT), BICRN / BICRS, EACEI ; calculs IPP

Les émissions de gaz à effet de serre varient fortement en fonction des sous-secteurs industriels. Cette hétérogénéité est prise en compte à travers l'analyse des intensités résiduelles des entreprises. Elles se traduisent par la déviation par rapport à la moyenne du sous-secteur et de la catégorie de taille en termes d'effectifs de l'intensité énergétique ou carbone de sa valeur ajoutée. Ainsi, les entreprises qui candidatent aux aides de décarbonation ont majoritairement une intensité en CO₂eq de leur valeur ajoutée qui est supérieure à la médiane de leur secteur et de leur catégorie de taille en termes d'effectifs.

Autrement dit, les entreprises qui se portent candidates aux aides sont les plus intenses en énergie et en carbone même après avoir contrôlé des effets sectoriels et des effets de tailles des entreprises.

Par ailleurs, une corrélation est analysée entre l'investissement réalisé et les émissions de CO₂ évitées recensées à partir des données EACEI, pour chaque entreprise bénéficiaire des aides France Relance. Il est établi que les projets de grande ampleur, en termes de réduction des émissions de CO₂ évitées par rapport aux émissions directes totales de l'entreprise, sont aussi ceux pour lesquels la valeur totale de l'investissement rapportée aux gains espérés de CO₂ évités est la plus faible (voir Graphique 10).

Graphique 10 – Euros investis par tCO₂eq évitées sur la durée de vie du projet et ampleur de la réduction des émissions



Note : représentation de la corrélation entre la magnitude de la réduction des émissions directes de GES prévues et le coût investi par tonne de CO₂eq évitée. Les projets sont regroupés par montant de réduction relative des émissions de CO₂ afin de satisfaire aux exigences du secret statistique. La réduction relative prévue des émissions de CO₂eq est calculée comme le ratio du total des tonnes de CO₂ évitées par projet bénéficiaire rapporté à l'estimation de ses émissions directes de GES en 2019, telles que mesurées dans l'EACEI.

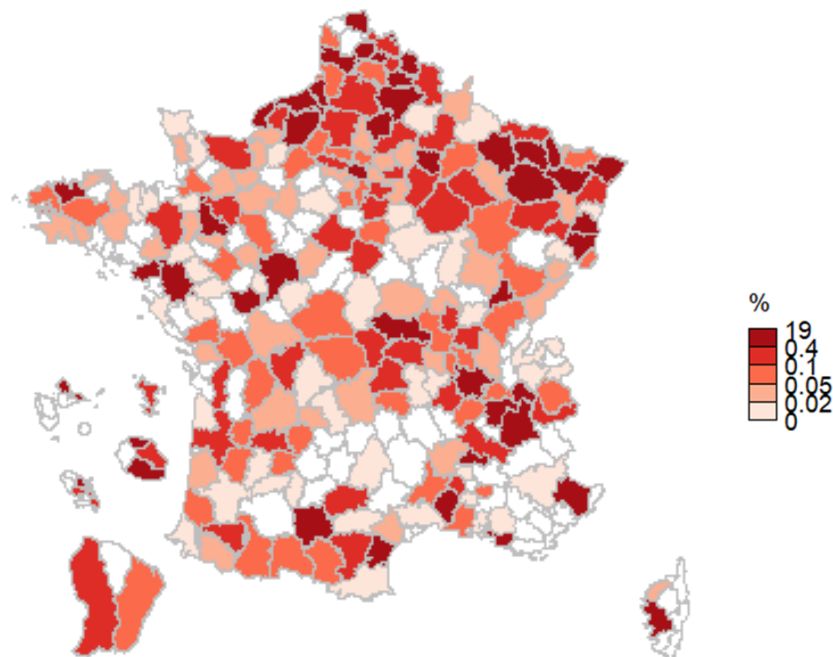
Lecture : les projets dont la réduction des émissions de CO₂ relativement aux émissions initiales est comprise entre 80 % et 90 % ont un coût d'investissement d'environ 750 €/tCO₂eq.

Sources : données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 – BCIAT), EACEI calculs IPP

Les entreprises les plus intenses en carbone ont un intérêt particulier à bénéficier d'un investissement en décarbonation. Ces entreprises s'autosélectionnent et candidatent aux aides France Relance. Un phénomène de sélection semblable est observé entre les entreprises postulant à ces aides et celles qui en deviennent effectivement bénéficiaires, même si cet effet est moins marqué. L'attribution de ces subventions est principalement guidée par le rapport entre les réductions potentielles d'émissions de tCO₂eq et le coût de l'investissement associé. Dans ce contexte, les entreprises présentant une valeur ajoutée caractérisée par une forte intensité énergétique sont susceptibles de soumettre des propositions plus efficaces en termes d'émissions de GES évitées par euro d'aide. Par conséquent, ces entreprises intenses en carbone sont désignées lauréates plus fréquemment.

Enfin, l'analyse de la répartition géographique des projets montre que ceux-ci sont répartis sur l'ensemble de l'Hexagone, avec une plus forte concentration dans le quart nord-est. Cette distribution semble corrélée à celle des sites les plus émetteurs.

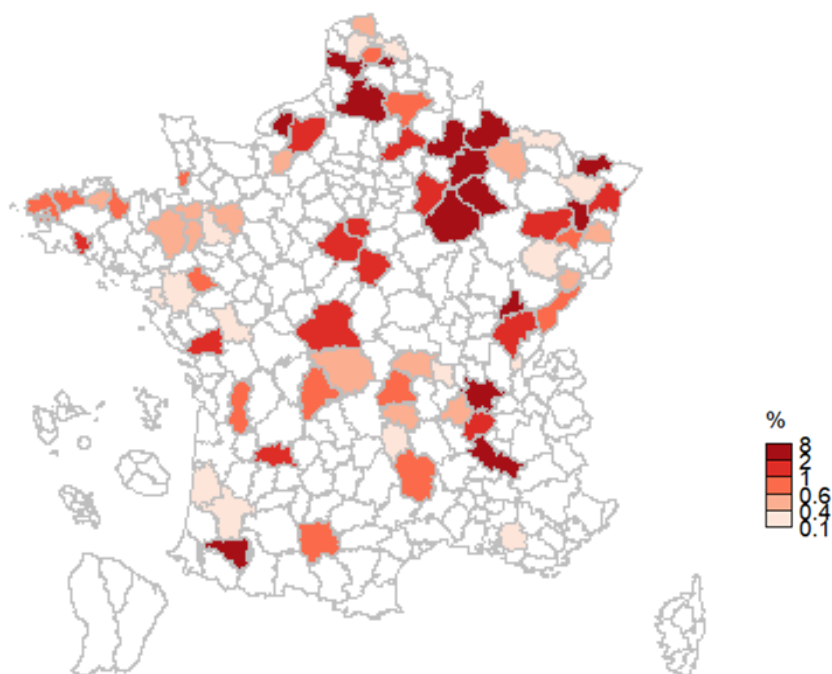
Carte 1 – Émissions de GES des installations soumises à quota sur le marché SEQE en 2022 (en part des émissions totales)



Lecture : la zone d'emploi de Reims concentre 0,18 % des émissions de GES des installations soumises à quota sur le marché SEQE en 2022.

Source : calcul du secrétariat du comité d'évaluation à partir des données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 – BCIAT) et des données BIC-RN / BIC-RS, EACEI et DADS ; et des données du journal des transactions de l'Union européenne (European Union Transaction Log, EUTL)

Carte 2 – Émissions de GES évitées par an dans le cadre des appels à projets de la décarbonation (en part des émissions totales évitées)



Lecture : la zone d'emploi de Reims concentre 2,5 % du CO₂eq évité par an via les gains estimés de réduction des émissions de CO₂ induit par les dispositifs de soutien à la décarbonation de l'industrie.

Source : calcul du secrétariat du comité d'évaluation à partir des données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 – BCIAT) et des données BIC-RN / BIC-RS, EACEI et DADS ; et des données du journal des transactions de l'Union européenne (European Union Transaction Log, EUTL)

3.3. L'efficacité carbone de l'aide publique, facteur décisif dans l'attribution de l'aide

L'objectif de cette section est de déterminer la causalité entre l'intensité en gaz à effet de serre de la valeur ajoutée des entreprises et leur propension à candidater et à recevoir une aide toutes choses égales par ailleurs. Une analyse multivariée proposée par l'IPP permet de renforcer les informations jusqu'ici déduites à partir des simples corrélations partielles entre divers facteurs explicatifs, à la fois en ce qui concerne la propension à candidater et la probabilité d'obtenir une aide suite à la candidature à un appel à projets. Cette analyse est d'autant plus pertinente qu'il existe un risque d'interdépendance potentielle de ces facteurs explicatifs.

Encadré 2 – Régression multivariée du statut de candidat et de celui de bénéficiaire

Afin de déterminer les variables expliquant le choix des entreprises d'être candidate à une aide, le modèle de régression ci-dessous a été estimé :

$$\text{Candidat}_i = \alpha \log(\text{intensité CO}_2)_i + \beta \log(\text{intensité travail}_i) + \gamma \log(\text{ratio dette}_i) + \delta_1 \text{age}_i + \delta_2 \text{age}_i^2 + \eta \text{secteur}_i + \tau \text{taille}_i$$

- la variable dépendante est la variable « *Candidat* » qui est égale à 1 si l'entreprise *i* est candidate à au moins un appel à projets et 0 autrement ;
- la variable « *intensité CO₂* » correspond à l'intensité carbone de l'entreprise (émissions carbone divisées par la valeur ajoutée) ;
- la variable « *intensité travail* » est calculée de deux manières différentes : « *intensité travail 1* » comme le ratio du nombre de salariés sur la valeur ajoutée de l'entreprise et « *intensité travail 2* » comme le ratio du nombre de salariés sur le chiffre d'affaires ;
- de la même manière, « *ratio dette 1* » est définie comme la dette de l'entreprise divisée par la valeur ajoutée et « *ratio dette 2* » comme la dette divisée par le chiffre d'affaires ;
- la variable « *âge* » correspond à l'âge actuel de l'entreprise ;
- des effets fixes au niveau secteur (NAF à 2 caractères, A88) et taille sont également inclus dans le modèle afin de comparer des entreprises de même taille et au sein d'un même secteur.

Les résultats sont présentés dans les colonnes 1 et 4 du Tableau A2 de l'[Annexe](#).

Un modèle similaire au précédent est estimé pour déterminer les facteurs d'obtention d'une aide :

$$\text{Bénéficiaire}_i = \alpha \log(\text{intensité CO}_2)_i + \beta \log(\text{intensité travail}_i) + \gamma \log(\text{ratio dette}_i) + \delta_1 \text{age}_i + \delta_2 \text{age}_i^2 + \eta \text{secteur}_i + \tau \text{taille}_i$$

L'analyse est répliquée pour les APP BCIAT, INDUSEE et DECARBIND ainsi que pour tous les APP pris ensembles, selon deux spécifications différentes.

Les estimations économétriques (voir [Annexe](#)) proposées révèlent que l'intensité carbone de la valeur ajoutée est associée positivement à la probabilité de postuler à l'appel BCIAT et aux appels INDUSEE/DECARBIND. En termes de probabilité d'accès aux aides, les coefficients relatifs à l'intensité carbone affichent une grande similitude entre les différents

appels à projets. Ainsi, l'intensité carbone joue un rôle prépondérant dans les décisions de candidature des entreprises et d'octroi d'aides.

Pour rappel, dans une analyse similaire portant sur d'autres variables explicatives, l'édition 2022 du rapport d'évaluation du plan France Relance¹ avait montré que l'appartenance au marché SEQE et la productivité étaient des variables déterminantes du recours aux aides. Le prix élevé du carbone sur le marché SEQE en 2021 pourrait rendre les projets d'investissement dans la décarbonation des secteurs émissifs plus rentables – un constat toujours pertinent d'autant que ce prix s'est élevé au montant symbolique de 100 euros en février 2022 (EU ETS, 2023)². Par ailleurs, les secteurs les plus émissifs (industries extractives, métallurgie, minéraux non métalliques et chimie) présentaient la plus forte probabilité de candidature. Ce constat diverge de celui de Faquet (2021)³ qui montrait que ces secteurs avaient une plus faible probabilité de réaliser un projet d'investissement sur la période 2013-2018.

Il y a donc un processus d'autosélection des candidatures. Les entreprises à forte intensité carbone (CO₂eq/VA), y compris au sein de leur sous-secteur, sont plus souvent candidates. Les entreprises lauréates sont aussi sélectionnées sur cette base. Les entreprises pour lesquelles les réductions de CO₂ par rapport aux émissions initiales sont les plus importantes sont aussi celles pour lesquelles l'investissement total rapporté aux économies de CO₂ est le plus faible. Accompagner ces entreprises est d'autant plus efficace que les évaluations du package « Fit for 55 » par la Commission européenne (2020)⁴ montrent que la transition climatique risque d'affecter négativement la viabilité des entreprises des secteurs les plus intensifs en émissions.

4. Sensibilité de la rentabilité *ex ante* des appels à projets à l'évolution des prix des combustibles fossiles

L'objectif de cette section est de déterminer le rôle des évolutions de prix des énergies fossiles, de la biomasse et des quotas carbonés dans la détermination de la rentabilité des investissements, avec ou sans aide, tant du point de vue public que privé. Cette section a en commun avec la précédente de s'intéresser aux déterminants de la décision pour une entreprise d'investir dans la décarbonation de son activité.

¹ France Relance (2022), *Deuxième rapport du comité d'évaluation du plan France Relance*, France Stratégie, décembre, p. 150-152.

² [European Union Emissions Trading System](#).

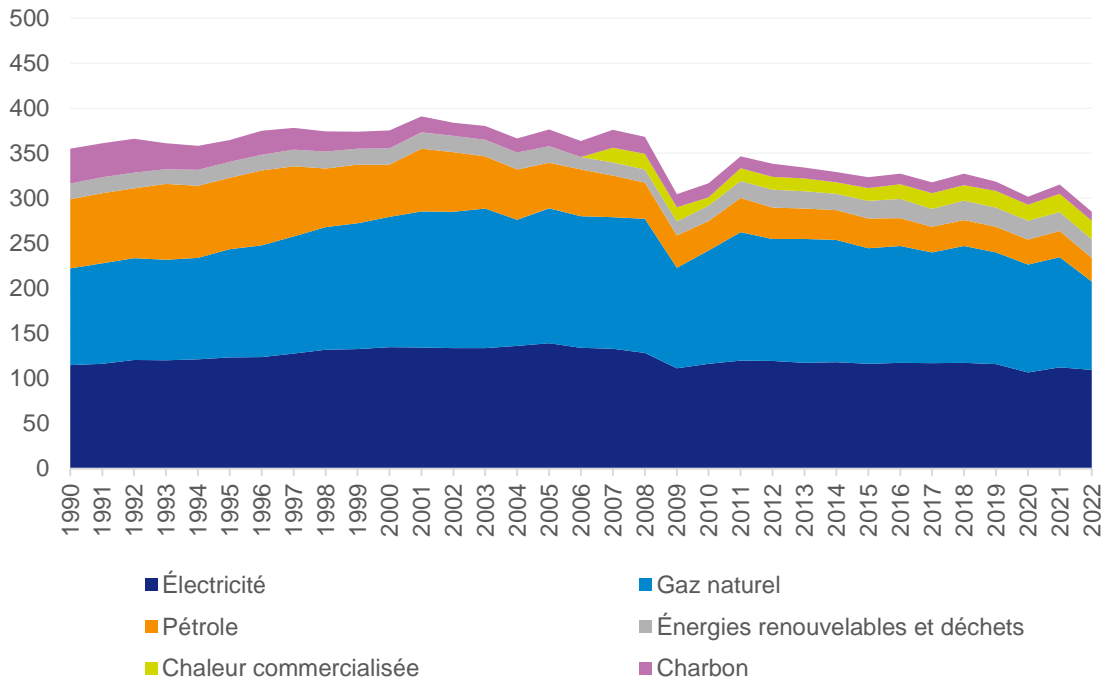
³ Faquet R. (2021), « [Which industrial firms make decarbonization investments?](#) », Document de travail, Direction générale du Trésor, août.

⁴ Commission européenne (2020), *op. cit.*

4.1. Comportements des entreprises dans le contexte de forte hausse des prix des combustibles fossiles

Les entreprises industrielles françaises sont encore majoritairement dépendantes des prix de l'électricité, du gaz naturel et dans une moindre mesure de ceux du charbon.

Graphique 11 – Consommation énergétique de l'industrie en tWh



Champ : avant 2011, le champ comprend seulement France métropolitaine. Depuis 2011, les cinq DROM sont aussi inclus. L'industrie compte la construction, mais pas les hauts-fourneaux qui sont dans la branche énergie du bilan énergétique.

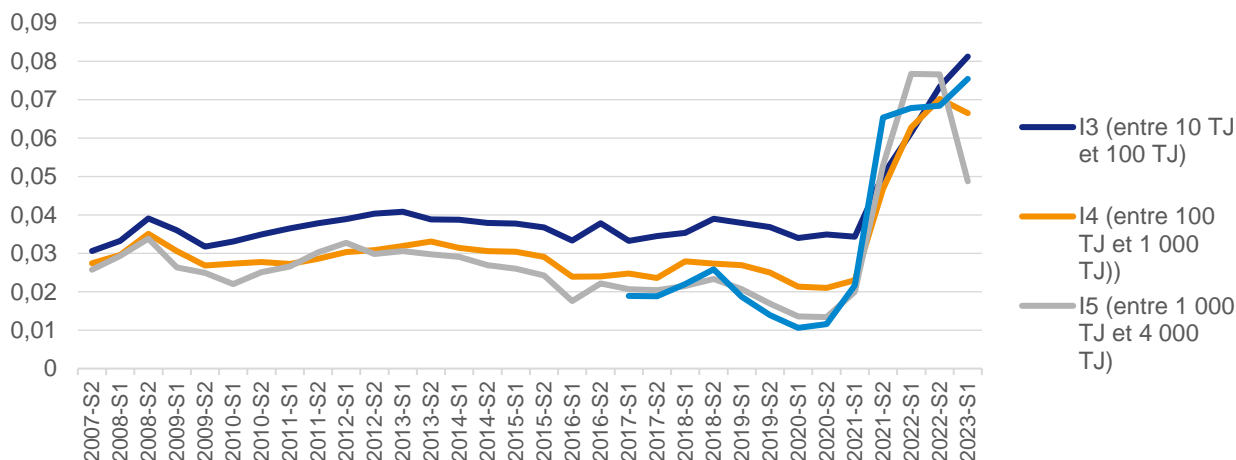
Source : SDES (2022), *Bilan énergétique de la France*

En 2022, au moment de la guerre russe en Ukraine, une hausse significative des coûts énergétiques a été observée. Le prix du gaz a augmenté de 70 % à 100 % par rapport à 2021, selon le volume consommé par les entreprises¹. Parallèlement, le coût de l'électricité a connu une croissance de 40 % à 75 %². La volatilité des prix qui perdure a accentué l'incertitude et l'hétérogénéité des prix facturés. Ces prix dépendent pour beaucoup du pouvoir de négociation des entreprises et des dates de renouvellement des contrats.

¹ Bilan énergétique français, SDES, 2022. Le prix du gaz naturel est la moyenne annuelle des prix des tranches I4, I5 et I6 de la classification Eurostat, calculé hors taxes et hors charges.

² Bilan énergétique français, SDES, 2022. Le prix de l'électricité est la moyenne annuelle des prix des tranches IA et IB de la classification Eurostat, calculé hors taxes et hors charges.

Graphique 12 – Prix du gaz facturé aux entreprises par catégorie de consommateur, en euro/MWh

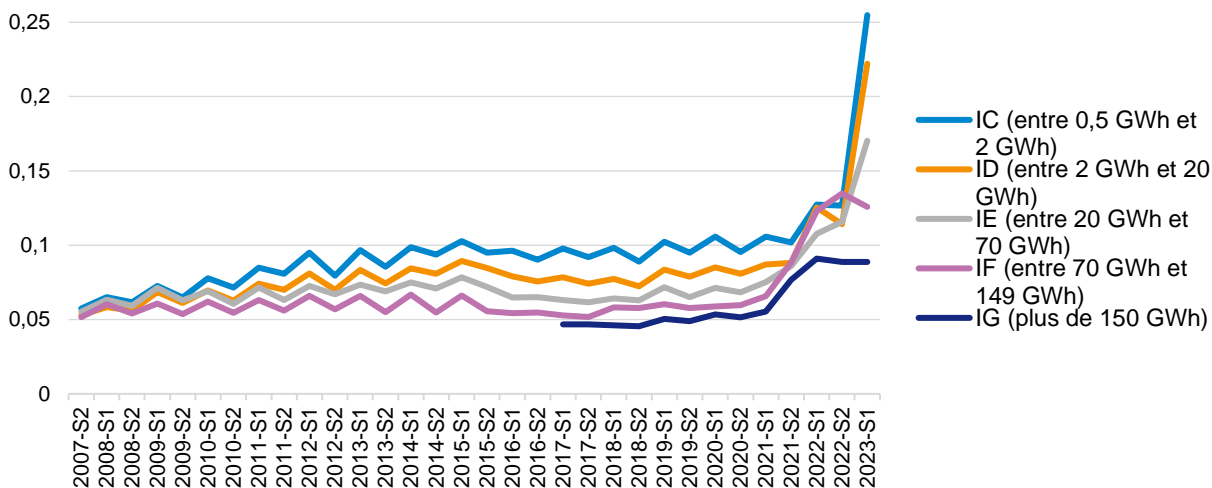


Champ : prix du gaz pour client non résidentiel – données semestrielles (à partir de 2007) – hors TVA et autres taxes et prélèvements récupérables.

Lecture : le prix du gaz facturé aux entreprises consommant entre 10TJ et 100 TJ est de 8 centimes d'euro le MWh en moyenne au premier semestre 2023.

Source : données Eurostat

Graphique 13 – Prix de l'électricité facturé aux entreprises par catégorie de consommateur, en euro/MWh



Champ : prix de l'électricité pour client non résidentiel – données semestrielles (à partir de 2007) – hors TVA et autres taxes et prélèvements récupérables.

Lecture : le prix de l'électricité facturé aux entreprises consommant entre 0,5 et 2 GWh est de 0,25 euros le MWh en moyenne au premier semestre 2023.

Source : données Eurostat

Cette inflation des prix des énergies survient dans un contexte où de nombreuses entreprises françaises dépendent fortement des coûts énergétiques. Elle se manifeste de deux manières : directement sur la facture énergétique des entreprises et indirectement via l'augmentation de leurs coûts intermédiaires. Dans les secteurs de l'industrie chimique, du bois et de la métallurgie, le poids des intrants énergétiques directs et indirects excède 6 % de la production (le poids direct étant plus élevé que l'indirect)¹. Ces sous-secteurs sont donc particulièrement exposés aux fluctuations haussières du prix des combustibles fossiles. Ils sont par ailleurs les premiers demandeurs de subventions dans le cadre du plan France Relance.

Face à la hausse des prix des combustibles fossiles, les entreprises adoptent différents comportements. Une étude réalisée par l'Insee et le CAE² indique une transmission intégrale de ces coûts énergétiques sur leurs clients en aval à niveau de production donné. Ainsi, l'inflation sur les coûts énergétiques se serait répercutée quasi intégralement sur les prix de vente des entreprises. Bien qu'en moyenne, cette répercussion puisse avoir lieu, certaines entreprises ont dû réduire, voire cesser, leur production. Cela a été le cas principalement dans l'industrie agroalimentaire qui est par ailleurs fortement demandeuse des aides au guichet ASP dans le cadre du plan France Relance. Ce qui a aussi été le cas pour les sous-secteurs de la sidérurgie, la métallurgie, la verrerie et la fabrication de matériaux ferreux³.

Dans le cadre du plan France Relance, les appels à projets BCIAT ont notamment pour objectif d'accompagner les entreprises industrielles dans la réduction de leur dépendance aux énergies fossiles en développant la chaleur bas carbone à partir de biomasse. L'augmentation très récente des coûts énergétiques pourrait ne pas suffire à engager la décision de cette transition. L'évaluation se porte donc sur la sensibilité de la rentabilité de tels investissements à des évolutions anticipées des prix des combustibles fossiles relativement à ceux de la biomasse. Si les investissements dans la transition vers l'usage de la biomasse sont rentables dans un contexte d'inflation prolongée sur les prix des combustibles fossiles, alors les subventions accordées ne serait pas efficacement alloué, puisque l'investissement serait déclenché sans.

¹ Cazanave T. *et al.* (2023), « [Quelle incidence de la hausse des prix de l'énergie sur l'industrie ?](#) », *Les thémas de la DGE*, n° 13, septembre.

² Lafrogne-Joussier R., Martin J. et Méjean I. (2023), « [Cost pass-through and the rise of inflation](#) », Conseil d'analyse économique, *Focus*, n° 94.

³ Cazanave *et al.* (2023), *op. cit.*

4.2. Évaluation *ex ante* de la sensibilité aux prix de l'énergie de la rentabilité des investissements des projets BCIAT

L'ambition de cette section est d'effectuer une évaluation *ex ante*¹ de la rentabilité socio-économique de ces investissements dans le cadre de l'appel à projets BCAT. Elle aborde la rentabilité des investissements sous deux angles : celui des entreprises bénéficiaires d'une part (rentabilité privée), et celui de la société dans son ensemble d'autre part (rentabilité sociétale). La rentabilité privée des projets proposés est alors mise en parallèle avec le coût pour la collectivité de chaque tonne de CO₂eq évitée.

L'analyse des rentabilités privées et sociétales des investissements est un critère d'efficacité de l'allocation des fonds publics. Les aides accordées sont des mesures d'incitations à l'investissement. Si les entreprises jugent rentable d'investir même sans aide, alors le décideur public alloue des fonds de manière inefficace. Réciproquement, l'aide est allouée efficacement si l'investissement n'est pas rentable pour l'entreprise en l'absence d'aide publique, s'il l'est en présence de l'aide, et enfin s'il est rentable socialement pour le décideur public.

Or, la rentabilité des investissements dépend, non seulement de l'octroi de l'aide, mais aussi des évolutions de prix des énergies fossiles, de la biomasse et des quotas carbone. Ainsi, si les investissements des entreprises pour la décarbonation sont de toute façon rentables car les prix des énergies fossiles sont fortement à la hausse, leur apporter un soutien public est un emploi potentiellement inefficace des fonds publics. Au contraire, un montant d'aide fixe et une baisse prolongée des niveaux des prix des énergies fossiles peut amener une entreprise industrielle à remettre en cause sa décision d'investissement. C'est en particulier le cas si ses anticipations d'évolution des prix des énergies sont « myopes » (c'est-à-dire que les anticipations futures correspondent aux évolutions les plus récentes) ou en présence d'aversion au risque.

Il convient donc de mesurer la rentabilité des investissements en fonction des évolutions futures des différents types de consommations énergétiques des entreprises et des tonnes de CO₂ évitées. Pour ce faire, le montant investi dans chaque projet est comparé aux économies potentiellement générées par l'adoption de nouvelles technologies et méthodes (incluant la valorisation des tonnes de CO₂ évitées). Si l'écart entre les économies réalisées et le montant investi est positif, l'investissement est considéré comme « rentable » d'un point de vue strictement monétaire (ici, rentable au sens de VAN positive). Dans le cas contraire, il ne l'est pas.

¹ Une analyse *ex post* n'est pas envisageable puisque les investissements dans la production d'énergie à partir de biomasse se calculent sur le temps long (ici quinze ans). À ce stade, il n'est pas possible d'avoir le recul nécessaire sur les appels à projet BCIAT.

Trois mesures de la valeur actuelle nette (VAN)

La méthode utilisée est celle de la valeur actuelle nette (VAN) du coût initial des investissements. L'ensemble des coûts et des bénéfices futurs du projet est actualisé à l'aide d'un taux d'actualisation de référence afin de ramener les coûts et bénéfices à venir aux sommes investies aujourd'hui.

Trois mesures de la valeur actuelle nette sont retenues :

- la $VAN_{privée}$ mesure la rentabilité du projet hors subvention et tient compte du surcoût lié à l'investissement, du surcoût lié à une hausse éventuelle des coûts d'exploitation, des gains ou pertes associés à la substitution d'une énergie fossile par la biomasse, du gain associé à la valorisation des tonnes de gaz effet de serre sur le marché carbone si l'entreprise participe au marché SEQUE. Une $VAN_{privée} > 0$ signifie que le projet est rentable hors subvention ;
- la $VAN_{participation}$ mesure la rentabilité effective du projet soit en comprenant la subvention. Elle est égale à la $VAN_{privée}$ à laquelle est additionnée la subvention ;
- la $VAN_{sociétale}$ mesure la rentabilité du projet pour la société. Elle est égale à la $VAN_{privée}$ à laquelle est retranchée le coût d'opportunité de la subvention publique ainsi que le gain associé à la valorisation d'une tonne de carbone sur le marché carbone, et à laquelle s'ajoute le gain pour la société associée à la baisse des émissions de gaz à effet de serre. Ce dernier est donné par les tonnes de CO_2 évitées multipliées par la valeur tutélaire du carbone. Se pose cependant la question de la prise en compte de l'inclusion des tonnes CO_2 dans la VAN pour les sites SEQUE. En effet, cette inclusion dépend du devenir du quota économisé par le site : soit ce quota est relâché sur le marché et est dépensé sur un autre site, auquel cas il n'y a pas de réduction effective des émissions au niveau agrégé, soit il donne effectivement lieu à une baisse globale d'émissions et doit être valorisé dans la VAN. La réforme de 2018, rendant possibles une diminution dynamique du nombre de quotas en circulation et leur destruction par les États membres, soutient cette dernière hypothèse.

Encadré 3 – Modalités de calcul des valeurs actuelles nettes

La VAN_{privée} peut s'écrire :

$$\begin{aligned} VAN_{privée} = & - Investissement initial + Investissement contrefactuel \\ & + \sum_{i=1}^{15} \frac{\Delta \text{coûts d'exploitation}}{(1 + \delta_{privée})^t} \\ & + \sum_{i=1}^{15} \frac{\Delta \text{coûts énergie}}{(1 + \delta_{privée})^t} + I_{seque} * \sum_{i=1}^{15} \frac{tCO_2 \text{ évitées} * Prix_{tCO_2 SEQE}}{(1 + \delta_{privée})^t} \end{aligned}$$

La VAN_{participation} peut s'écrire :

$$VAN_{participation} = VAN_{privée} + Aide publique$$

La VAN_{sociétale} peut s'écrire :

$$\begin{aligned} VAN_{publique} = & VAN_{privée} + \text{coût d'opportunité de l'aide publique} \\ & + \sum_{i=1}^{15} \frac{tCO_2 \text{ évitées} * Prix_{valeur tutélaire carbone i}}{(1 + \delta_{publique})^t} \end{aligned}$$

Où $Prix_{tCO_2 SEQE}$ est le prix de la tonne de carbone sur le marché SEQE, $\delta_{privée}$ est le taux d'actualisation privé et $\delta_{publique}$, le taux d'actualisation public, $Prix_{valeur tutélaire carbone i}$ est la valeur tutélaire d'une tonne de carbone pour l'année i . Pour l'ensemble des projets, une durée de vie de quinze ans est retenue.

Enfin, l'équipe de recherche a retenu un taux d'actualisation privé et public de 4,5 %. Si le taux d'actualisation public retenu est conforme aux recommandations sur l'évaluation socioéconomique des investissements publics¹, le taux retenu pour les investissements privés est inférieur aux valeurs usuelles, proches de 10 %.

Scénarios de l'évolution des prix des énergies

L'analyse coût-bénéfice consiste à mesurer la sensibilité des valeurs actuelles nettes aux prix de l'énergie et de la tonne de carbone sur le marché SEQE. Les scénarios de prix reposent sur :

- six projections de croissance de prix dont quatre issues de l'Agence internationale de l'énergie (Net Zero Emissions, Sustainable Development, Announced Pledges et

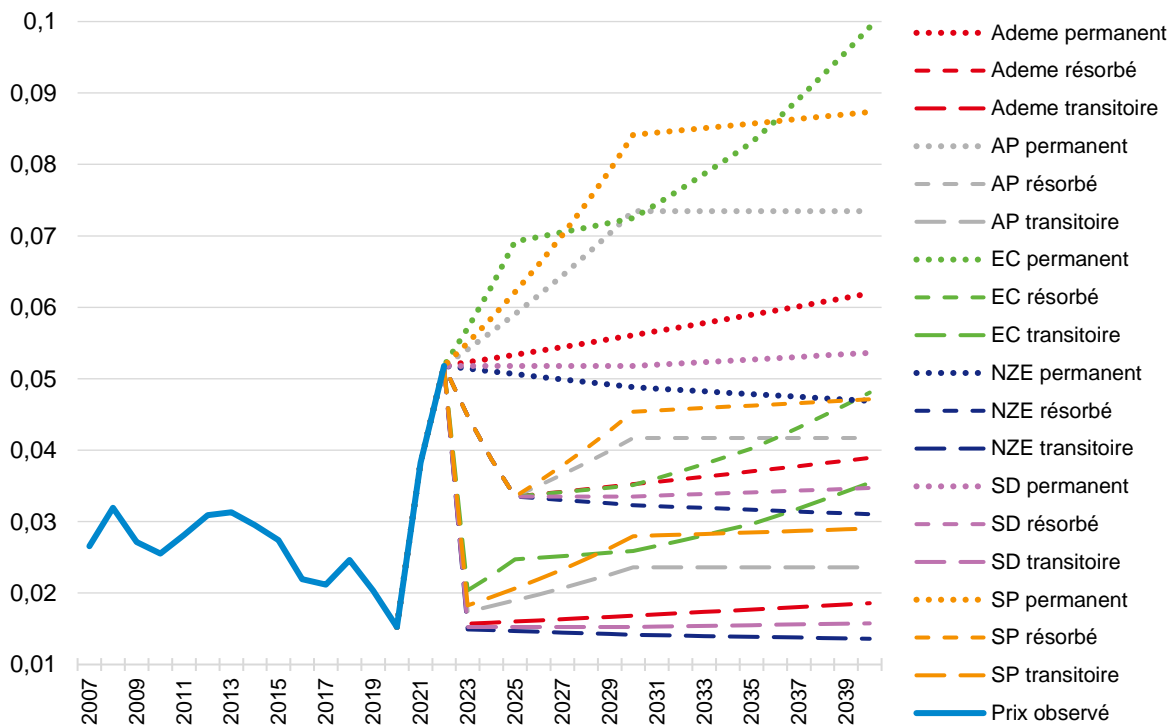
¹ France Stratégie et DG Trésor (2017), [Guide de l'évaluation socioéconomique des investissements publics](#), rapport, comité d'experts présidé par Roger Guesnerie, décembre, 62 pages.

Stated Policies), une de la Commission européenne réalisée en 2022, ainsi que le scénario retenu par l'Ademe pour l'évaluation des projets ;

- trois hypothèses d'amortissement du choc de 2022 :
 - un choc permanent (le taux de croissance des prévisions de prix est appliqué au niveau de prix du premier trimestre 2022) ;
 - un choc résorbé (le taux de croissance des prévisions de prix est appliqué au niveau de prix intermédiaire ainsi 50 % de l'augmentation des prix observée entre 2020 et 2022 est absorbée à horizon 2025) ;
 - un choc transitoire (le taux de croissance des prévisions de prix est appliqué au niveau de prix moyen sur l'année 2020 ainsi le choc de 2022 est totalement absorbé en 2023).

Par ailleurs, pour la biomasse, il est fait l'hypothèse d'une croissance annuelle du prix de 1,8 %, soit l'évolution observée sur 2013-2022.

Graphique 14 – Scénarios de l'évolution du prix du gaz naturel



Note : représentation des différentes hypothèses retenues de trajectoires de prix pour le gaz naturel, en fonction du point d'initialisation du scénario (2020, 2022 sans résorption de choc, et 2025 avec une résorption de 50 % du choc), et du scénario de croissance des prix (Ademe, AIE, EC).

Lecture : dans le scénario « à choc résorbé » et à trajectoire de prix « Stated Policies », le prix du gaz atteint 2,6 centimes du kilowattheure en 2030.

Source : Ademe, CEEB, AIE, CE, SDES, calculs IPP

Les limites de l'analyse

Il est important de souligner que cette analyse coûts-bénéfices est partielle et se concentre uniquement sur deux aspects :

- la sensibilité aux évolutions du vecteur des prix énergétiques ;
- les émissions de CO₂ considérées comme seuls bénéfices (ou coûts) environnementaux.

Il convient donc de mettre en lumière les limites inhérentes à la modélisation de la rentabilité et des décisions d'investissement telles qu'elles ont été abordées dans l'analyse.

- La modélisation de la décision d'investissement avec le seul critère de « VAN supérieure à 0 » peut ne pas refléter les priorités des industriels. De plus, une modélisation de la décision reposant sur la valeur de la VAN serait plus complexe que celle sur l'atteinte d'un seuil de rentabilité nul.
- La période de modélisation sur quinze ans peut ne pas correspondre à l'horizon temporel des entreprises.
- Le calcul de rentabilité repose sur des hypothèses ajustables de durée de vie des projets et de taux d'actualisation.
- L'activité économique est supposée constante ce qui signifie que l'impact potentiel de l'aide sur les perspectives économiques est négligé. Ceci implique que l'existence de l'aide ne joue pas sur les perspectives économiques de l'établissement ni de l'entreprise et qu'aucun établissement ou entreprise n'est créé grâce à l'existence de l'aide. Pour autant, une évaluation intermédiaire de l'Ademe (2022)¹ appuie la crédibilité de cette hypothèse en soulignant l'effet des aides sur la réduction des coûts de production et le maintien des positions de marché dans des secteurs avec peu de perspectives de croissance.
- Le calcul de la rentabilité est également contraint par des facteurs endogènes liés à l'utilisation d'une chaudière biomasse qui sont plus difficiles à prendre en compte empiriquement (autres facteurs que les coûts de maintenance considérés dans l'analyse comme la fréquence des interruptions, le risque d'incendie ou les coûts administratifs plus élevés).
- L'analyse ne prend pas en compte d'autres externalités possibles associées au projet comme l'émission d'autres polluants (particules fines, par exemple). Les autres externalités, comme le développement d'économies locales, ne sont pas non plus considérées.

¹ Ademe (2022), *Évaluation intermédiaire des mesures du Plan de relance opérées par l'Ademe – Action « Décarbonation de l'industrie »*.

Par ailleurs, les scénarios présentés sont prévisions de rentabilité qui pourraient être remises en question compte tenu de la volatilité des prix de l'énergie.

Enfin, il est important de noter que sous les hypothèses retenues par l'Ademe pour l'évaluation des projets en 2021, soit la meilleure information disponible quant à l'évolution des prix de l'énergie en 2021, le montant de l'aide semble parfaitement calibré : en l'absence de subventions, 29 % des projets seraient rentables contre 80 % après la prise en compte de la subvention. Sous ces hypothèses, la subvention versée par l'Ademe aurait bien un effet déclencheur sur la réalisation des projets.

Un risque d'effet d'aubaine d'un maintien des prix de l'énergie au niveau de ceux de 2022

L'analyse coût-bénéfice conduite par l'IPP conclue qu'avec l'ensemble de données disponibles au moment de la prise de décision, la majeure partie des projets passent la condition de participation ($VAN_{\text{participation}} > 0$) et la condition $VAN_{\text{publique}} > 0$, alors que la plupart des $VAN_{\text{privée}}$ sont négatives. Ceci signifie que pour une proportion importante des projets :

- les scénarios de prix énergétiques et la valeur tutélaire du carbone associée aux émissions évitées rendent les investissements « rentables » socialement parlant ;
- la valorisation moindre des tonnes de CO₂ évitées par les entreprises privées rend une grande part de ces investissements non rentables de leur point de vue, à moins d'inclure les aides considérées dans l'appel à projets BCIAT.

Ce constat général ne doit cependant pas occulter la grande sensibilité de ces résultats aux hypothèses retenues sur les prix des énergies fossiles et le futur prix du marché européen des quotas (sur lequel repose le calcul de la rentabilité « sociétale »).

Si le choc de 2022 sur les prix de l'énergie (relativement au prix de la biomasse) était amené à perdurer (choc « permanent ») ou à se résorber partiellement à moyen terme (choc « resorbé »), la quasi-totalité des investissements serait rentable. Ceci est en particulier vrai pour beaucoup d'investissements y compris sans les aides BCIAT. Autrement dit, un fort prix relatif des combustibles fossiles aux prix de la biomasse est une incitation à la substitution de combustible telle que l'aide de l'État ne soit pas nécessaire. Il y a donc un risque d'effet d'aubaine dans le cas extrême où les prix des combustibles fossiles restent à un niveau élevé ou continuent d'augmenter fortement dans le futur.

Par ailleurs, l'édition 2022 du rapport d'évaluation du plan France Relance¹ a montré que dans le cas de l'aide au fonctionnement, l'évolution réelle des prix des énergies est prise

¹ France Stratégie (2022), *Deuxième rapport du comité d'évaluation du plan France Relance*, décembre, p. 150-152.

en compte. La subvention versée chaque année compense tout ou partie de l'écart existant entre les coûts moyens de production d'une unité d'énergie au moyen de la biomasse et les coûts moyens de production d'une unité d'énergie au moyen du combustible fossile qui aurait été utilisé en l'absence d'aide.

Tableau 5 – Part des projets pour lesquels chaque concept de VAN est positif

Type de choc	Scénario	VAN participation > 0	VANprivée > 0	VANsociétale > 0
Permanent	Ademe	99	98	100
	AP	99	99	100
	EC	100	100	100
	NZE	98	98	100
	SD	99	98	100
	SP	100	99	100
Résorbé	Ademe	98	94	99
	AP	98	95	100
	EC	98	92	100
	NZE	98	88	99
	SD	98	90	99
	SP	98	96	100
Transitoire	Ademe	40	18	99
	AP	69	39	100
	EC	87	64	100
	NZE	19	12	86
	SD	23	13	95
	SP	85	57	100
Hypothèses retenues pour l'évaluation des projets par l'Ademe		80	29	100

Note : les données de ce tableau font l'hypothèse d'un taux d'actualisation privé de 6,5 %.

Lecture : dans le scénario « à choc permanent » et trajectoire de prix « Net Zero Emissions », 100 % des projets BCIAT ont une valeur actuelle nette sociétale strictement supérieure à 0.

Source : Ademe, CEEB, AIE, EC, SDES, calculs IPP

En ce qui concerne les projets des appels à projets DECARBIND et INDUSEE, leur rentabilité avait été évaluée à l'occasion de l'édition 2022 du rapport d'évaluation du plan France Relance¹. À l'exception du secteur de la métallurgie des métaux ferreux, les gains liés à la valorisation de la baisse des émissions sur le marché SEQE ainsi que les gains énergie-matière sont les principaux contributeurs à la rentabilité des projets. Ainsi sur la durée de vie d'un projet, la subvention ne représente qu'une part minimale de la valeur actuelle nette du projet.

¹ Ibid.

5. L'impact des aides sur l'investissement et les émissions de gaz à effet de serre

L'évaluation de l'impact *ex post* du dispositif BCIAT sur l'investissement et l'impact environnemental des entreprises sur la période 2009 à 2019 est proposée dans cette section. En effet, le mode de fonctionnement de ces aides et les caractéristiques de bénéficiaires sont comparables à celui des aides accordées lors des vagues 2020, 2021 et 2022 de l'appel à projets BCIAT dans le cadre du plan de relance. L'objectif sous-jacent de l'analyse des effets des aides BCIAT « historiques » sur les entreprises bénéficiaires est donc de tirer des enseignements sur les impacts potentiels des vagues plus récentes du même appel à projets financé cette fois-ci par le plan France Relance.

5.1. Motivation de l'analyse *ex post* des effets causaux

L'évaluation *ex post* demande un recul temporel suffisamment grand pour que les effets du plan France Relance soient perceptibles, ce qui n'est pas le cas au moment de la réalisation de ce rapport. Néanmoins, l'historique des aides à l'investissement accordées par le Fonds Chaleur à travers l'appel à projets BCIAT de 2009 à 2019, prolongé dans le cadre du plan France Relance, permet de contourner ce problème et de conduire une évaluation *ex post* de ces effets. Ces aides présentent des similarités structurelles avec celles allouées durant les vagues 2020 à 2022 du même appel à projets, étendu dans le cadre du plan France Relance. Bien qu'une croissance en termes de puissance installée et d'investissement soit observée, d'autres caractéristiques des projets BCIAT « historiques », comme que la distribution sectorielle et le taux de soutien, restent comparables aux projets des périodes plus récentes.

L'une des questions centrales pour l'évaluation de l'efficacité des aides à la décarbonation est leur effet net sur l'investissement des entreprises, ainsi que leur effet sur la nature de ces investissements, en particulier sur la nature décarbonée¹ ou non des investissements. L'enjeu est également d'estimer l'effet d'aubaine du dispositif qui existerait si l'entreprise qui bénéficie de l'aide avait eu l'intention d'investir en dépit de l'aide. Un effet d'aubaine complet s'entendrait d'une situation où des investissements du même type auraient été engagés même en l'absence d'aides à la décarbonation – qui visent non pas à stimuler l'investissement de manière générale, mais à engager un processus de décarbonation (comme la substitution d'un type d'investissement vers un autre). L'enjeu méthodologique principal de cette analyse est donc d'estimer ce qui serait advenu en l'absence des aides,

¹ L'investissement décarboné est une référence au fait qu'il s'agit ici d'achat d'équipements qui produisent une énergie qui auparavant était fournie par la combustion de carburants fossiles, et qui est désormais fournie par la combustion de biomasse. Dans ce rapport un facteur d'émission de 0 est retenu pour ces investissements.

pour les entreprises qui en ont obtenu. Concrètement, l'attention se porte à la fois sur les comportements économiques des entreprises bénéficiant des subventions à la décarbonation, notamment en ce qui concerne leur stratégie d'investissement, ainsi que sur l'impact causal des subventions sur les tCO₂eq évitées.

La question du contre-factuel se pose : quelles auraient été les trajectoires d'investissement, de consommation énergétique et d'émission de gaz à effet de serre des entreprises et établissements sans les aides financières ? Il s'agit d'appréhender ce qu'auraient été les performances, tant économiques qu'environnementales, des entreprises bénéficiaires sans l'aide reçue. L'enjeu est de construire ce contre-factuel à partir de données observées, soit à des périodes différentes, soit pour des entreprises autres que celles traitées. Comme stratégie principale, les études d'événements empilées sont retenues¹. L'enjeu est d'étudier comment l'évolution des investissements ou des émissions de CO₂ est affectée par l'octroi de l'aide. Pour cela, on observe si la différence des dynamiques des variables d'intérêt est significativement différente entre les entreprises traitées (bénéficiaires et abandons après l'octroi de l'aide) et non traitées (candidat non retenu).

Les estimations sur les variables environnementales sont réalisées à l'échelle de l'établissement et celles sur les variables économiques à l'échelle de l'entreprise du fait des données disponibles.

Encadré 4 –Estimateur de Borusyak, Jaravel et Spiess (2023)

L'estimateur de Borusyak, Jaravel et Spiess (2023) est équivalent à estimer un modèle à doubles effets fixes et effets fixes « interagis » similaire à l'équation ci-dessus, mais en n'autorisant aucun effet fixe de cohorte.

$$Y_{it} = \alpha_i + \delta_t + \sum_{e \notin C} \sum_{k \geq 0} \beta_{e,k} \times I\{E_i = e\} \times D_{i,t}^k + \varepsilon_{it}$$

où cette fois, la cohorte de référence C est celle des entreprises contrôles, c'est-à-dire jamais traitées.

Les données utilisées correspondent à l'appariement entre les données de gestion des différents appels à projets fournies par l'Ademe, des données fiscales des liasses fiscales (FARE), des données des consommations d'énergie (EACEI) panélistées sur la période 2005 à 2022².

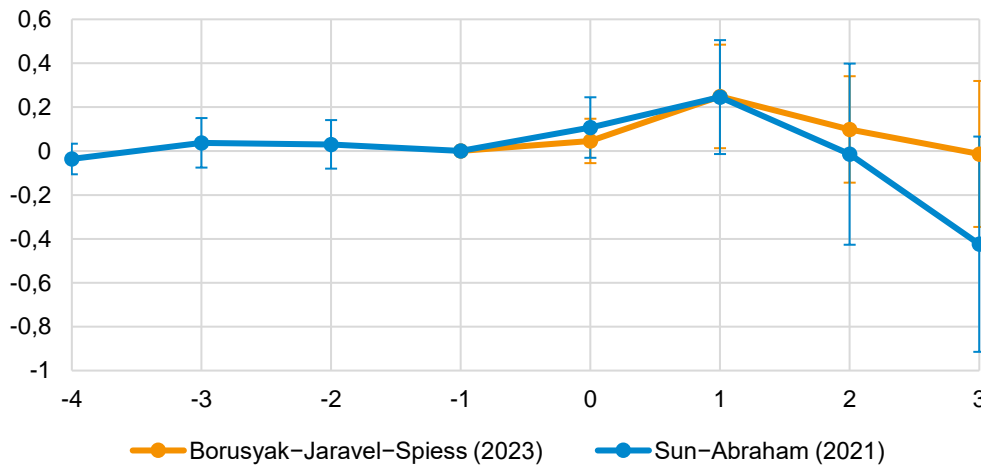
¹ En tant qu'alternatives pour renforcer la robustesse, les stratégies de différences-de-différences empilées et les modèles dynamiques à doubles effets fixes sont aussi explorés. Chacune de ces stratégies tire avantage, de manière distincte, de la variation dans la date à laquelle différentes cohortes d'entreprises reçoivent une aide.

² Les données des appels à projets sont à jour du 15 juin 2022 pour les appels à projets DECARBIND et INDUSEE, et du 26 avril 2023 pour l'appel à projets BCIAT.

5.2. Effets positifs de l'aide sur l'investissement sans effets d'aubaine constatés

Les entreprises sollicitant les aides de BCIAT montrent une augmentation significative de leurs investissements. Avant de postuler à BCIAT, aucune différence notable ne s'observe dans la tendance d'investissement des entreprises (voir Graphique 15). Une augmentation des investissements se manifeste après l'obtention de la subvention. Être bénéficiaire des aides un an après y avoir candidaté engendre une augmentation moyenne 25 %¹ de l'investissement corporel (apporté au bilan en t-1).

Graphique 15 – Effet sur l'investissement corporel, rapporté au bilan de l'année t-1



Note : résultats d'estimation d'une étude d'événements empilés sur le ratio de l'investissement corporel (cases NH-LN) rapporté au bilan de référence de l'entreprise (année T-1). La cohorte pertinente pour les entreprises traitées est définie comme la première année de candidature aux aides BCIAT couronnée ; les entreprises contrôles sont celles qui ne peuvent être considérées comme traitées pour aucune cohorte. Les intervalles représentés sont des intervalles de confiance statistique à 95 %. La série bleue représente l'estimateur de Sun-Abraham pour les études d'événements empilées à état absorbant, avec les coefficients associés aux années T-4, T-3, T-2 et T-1. La série rouge représente l'estimateur de Borusyak-Jaravel-Spiess, plus efficace que le précédent, mais à la référence différente (ensemble des années prétraitement plutôt qu'année T-1).

Lecture : l'effet d'être bénéficiaire des aides un an après y avoir candidaté sur l'investissement corporel, apporté au bilan de référence, est de +25 % [+2 % ; +48 %] (du bilan de référence).

Source : données Ademe, liasses fiscales BIC RN/RS 2005 à 2022 ; calculs IPP

Par ailleurs, l'octroi d'aides BCIAT n'a pas de répercussions économiques au-delà de l'augmentation des investissements constatée sur : le chiffre d'affaires, la valeur ajoutée, le taux de profit, le taux de marge et l'emploi. Pour toutes ces variables, les tendances prétraitement sont non significativement différentes de zéro, ce qui confirme que les

¹ Résultat à nuancer compte tenu de l'intervalle de confiance statistique de 95 % de [+2%; +48 %].

entreprises bénéficiaires et les non-bénéficiaires suivaient des trajectoires similaires avant de solliciter le programme BCIAT. Aucun effet significatif n'est observé après avoir bénéficié de l'aide, ce qui confirme que les impacts du programme BCIAT sont circonscrits aux investissements et à la consommation énergétique des entreprises.

La différence observée entre ces groupes d'entreprises ne permet pas de conclure quant à l'existence d'effets d'aubaine ou d'externalités dans le cadre de ce programme.

L'AAP BCIAT fournit des aides au remplacement ou à l'adaptation d'une chaudière ou d'un générateur existant, pour passer d'un combustible fossile, principalement le gaz naturel, à la biomasse. Il vise plus spécifiquement à financer des équipements permettant la production de chaleur et d'air chaud. L'estimation de l'impact causal porte sur les indicateurs de résultats, préalablement définis par l'Ademe : la chaleur renouvelable produite, les énergies fossiles substituées, la diminution des émissions de tCO₂eq issues de sites industriels et les tCO₂eq évitées sur vingt ans en euros d'aide publique. L'impact est estimé à l'échelle des établissements, contrairement aux estimations sur les variables économiques réalisées à l'échelle entreprise.

La similarité des bénéficiaires (traités) et des non-bénéficiaires (contrôles) du point de leurs caractéristiques observables et de leur volonté de recevoir les aides rend l'hypothèse d'identification crédible : les effets moyens observés pour les non-bénéficiaires peuvent être considérés comme ceux qui seraient observés chez les bénéficiaires s'ils ne l'avaient pas été. C'est sous cette hypothèse qu'il est notamment possible d'estimer les changements de consommations énergétiques induits par l'aide.

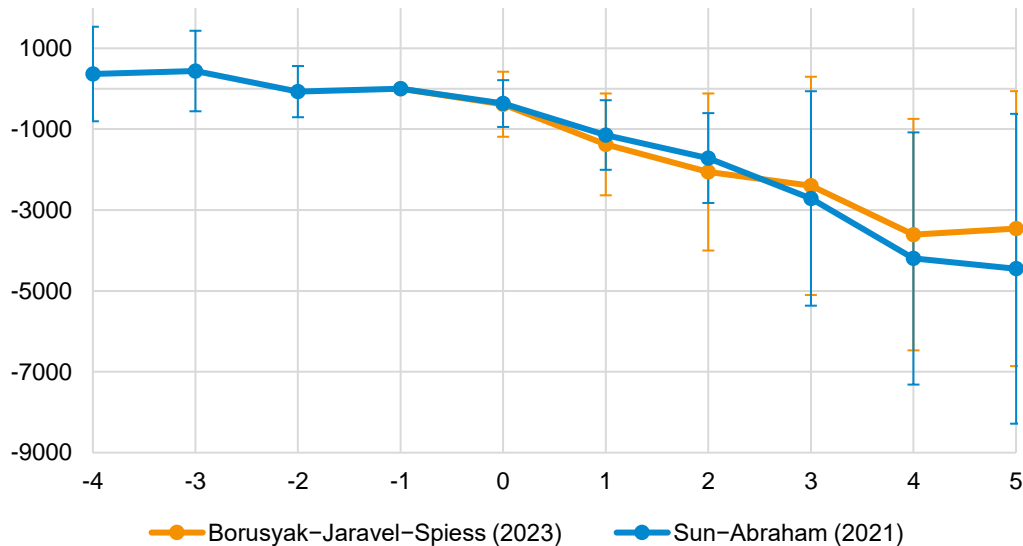
5.3. Effets positifs sur la consommation énergétique et l'impact environnemental

L'octroi des aides BCIAT engendre pour les établissements bénéficiaires un surcroît de consommation de biomasse et une diminution de la consommation de gaz par rapport à la situation où ils n'auraient pas reçu l'aide.

Avant l'octroi des aides BCIAT, les établissements traités présentaient une consommation de gaz inférieure à la consommation des établissements contrôle. Une fois l'aide octroyée, une baisse significative de la consommation de gaz est observée. Cinq ans après l'octroi de l'aide, la consommation de gaz est réduite d'environ 4 000 TEP¹ en moyenne par rapport aux établissements du groupe de contrôle (voir Graphique 16).

¹ 3 500 TEP avec un intervalle de confiance statistique à 95 % de]0 ; 7 000 pour l'estimateur Borusyak-Jaravel-Spless (2023) et 4 500 TEP avec un intervalle de confiance statistique à 95 % de [500 ; 8 100] pour l'estimateur Sun-Abraham (2021).

Graphique 16 – Consommation moyenne de gaz naturel par groupes d'établissements traités et contrôles, en MWh



Note : résultats d'estimation d'une étude d'événements empilés sur la consommation moyenne de gaz naturel. La cohorte pertinente pour les établissements traités est définie comme la première année de candidature aux aides BCIAT couronnée de succès ; les établissements contrôles sont ceux qui ne peuvent être considérés comme traités pour aucune cohorte. Les intervalles représentés sont des intervalles de confiance statistique à 95 %. La série représente l'estimateur de Sun-Abraham pour les études d'événements empilées à état absorbant, avec les coefficients associés aux années T-4, T-3, T-2 et T-1.

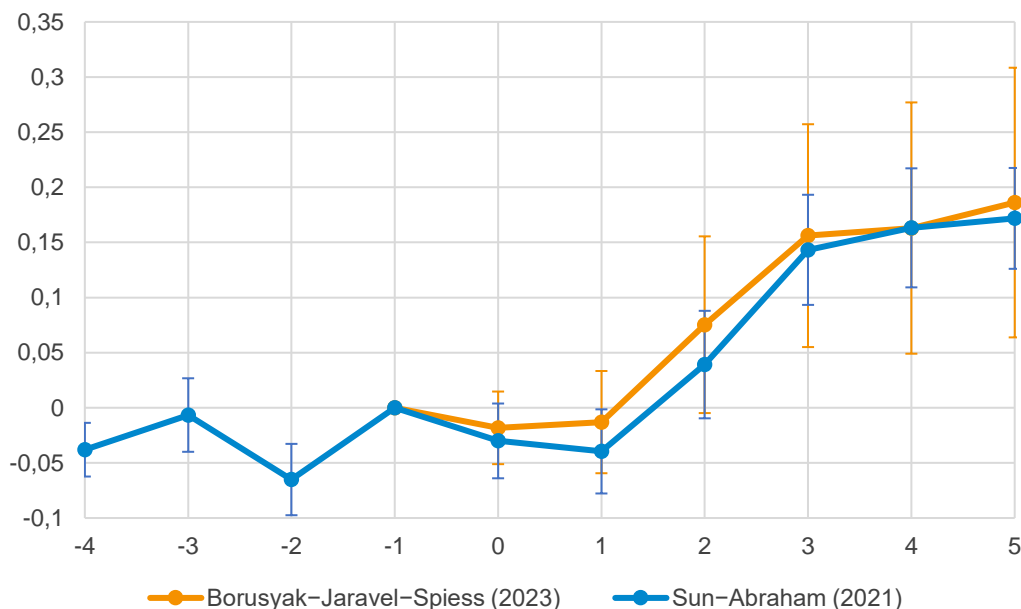
Lecture : cinq ans après leur candidature aux aides BCIAT, la consommation moyenne de gaz naturel des établissements traités est de 4 000 MWh.

Source : données Ademe, EACEI, DADS ; calculs IPP

Avant l'octroi des aides BCIAT, la probabilité que les établissements bénéficiaires consomment de la biomasse s'établit autour de 20 %. Deux ans après l'octroi de l'aide, la probabilité de consommation de biomasse augmente pour atteindre 60 % quatre ans après l'octroi de l'aide pour les bénéficiaires. Les établissements du groupe de contrôle (ceux qui n'ont pas reçu l'aide mais qui sont comparables aux bénéficiaires) voient par ailleurs leur consommation de biomasse augmenter légèrement. Ceci est sans doute dû au fait que les entreprises candidates qui se sont vu refuser l'aide ont quand même pu investir dans des projets de chaleur biomasse ou réaliser d'autres investissements (décarbonés ou non). Les coefficients d'estimation résument l'effet de l'aide. Ils montrent une augmentation de la probabilité de consommer de la biomasse à partir de la deuxième année suivant l'octroi de l'aide pour atteindre plus de +16 points¹ de pourcentage cinq ans après.

¹ + 16 pp avec un intervalle de confiance statistique à 95 % de [13 ; 21] pour l'estimateur Borusyak-Jaravel-Spiess (2023) et + 18 pp avec un intervalle de confiance statistique à 95 % de [6 ; 32] pour l'estimateur Sun-Abraham (2021).

Graphique 17 – Probabilité de consommer de la biomasse par groupes d'établissement traités et contrôles



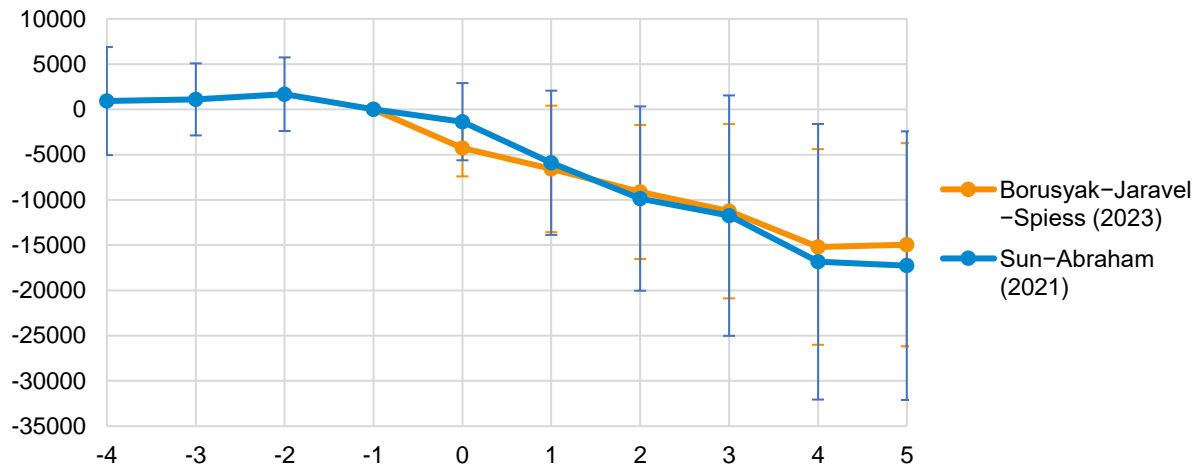
Note : résultats d'estimation d'une étude d'événements empilés sur la probabilité de consommer de la biomasse (1 = consommation strictement positive, 0 sinon). La cohorte pertinente pour les établissements traités est définie comme la première année de candidature aux aides BCIAT couronnée de succès et concernant un projet n'ayant pas été abandonné ; les établissements contrôles sont ceux qui ne peuvent être considérés comme traités pour aucune cohorte. Les intervalles représentés sont des intervalles de confiance statistique à 95 %. La série représente l'estimateur de Sun-Abraham pour les études d'événements empilées à état absorbant, avec les coefficients associés aux années T-4, T-3, T-2 et T-1.

Lecture : la probabilité de consommer de la biomasse est légèrement supérieure à +15 points de pourcentage cinq ans après l'octroi de l'aide.

Source : données Ademe, EACEI, DADS ; calculs IPP

Pris conjointement, ces deux constats établissent un lien de causalité entre les aides perçues et les consommations énergétiques des établissements, de plus en plus dépendants de la biomasse et de moins en moins aux combustibles fossiles.

Graphique 18 – Émissions directes annuelles moyennes par groupes d'établissement traités et contrôles, en tCO₂eq



Note : résultats d'estimation d'une étude d'événements empilés sur les émissions de CO₂eq moyennes des établissements. La cohorte pertinente pour les établissements traités est définie comme la première année de candidature aux aides BCIAT couronnée de succès ; les établissements contrôles sont ceux qui ne peuvent être considérés comme traités pour aucune cohorte. Les intervalles représentés sont des intervalles de confiance statistique à 95 %. La série représente l'estimateur de Sun-Abraham pour les études d'événements empilées à état absorbant, avec les coefficients associés aux années T-4, T-3, T-2 et T-1.

Lecture : cinq ans après leur candidature aux aides BCIAT, les émissions de CO₂eq moyennes des établissements traités par rapport aux établissements contrôles, diminuent de l'ordre de 15 000 tCO₂eq.

Source : données Ademe, EACEI, DADS ; calculs IPP

Dès la première année de candidature aux aides BCIAT, les établissements bénéficiaires entament une réduction continue de ses émissions là où les non-bénéficiaires maintiennent leur niveau d'émissions. Ainsi, une baisse des émissions de CO₂eq est observée parmi les établissements bénéficiaires des aides BCIAT, en comparaison avec ceux du groupe témoin, une tendance qui s'intensifie pour aboutir à une réduction additionnelle de l'ordre de 15 000¹ tonnes de CO₂eq cinq ans après l'octroi de l'aide. À partir de l'impact causal estimé par l'IPP, on trouve que le montant de l'aide à ces projets, rapporté à la tonne de CO₂ évitée, serait de l'ordre de 19 euros², avant prise en compte des effets induits sur le marché européen de quota carbone³.

¹ – 17 000 tCO₂eq avec un intervalle de confiance statistique à 95 % de [- 2 000 ; - 32 000] pour l'estimateur Borusyak-Jaravel-Spiess (2023) et – 15 000 tCO₂eq avec un intervalle de confiance statistique à 95 % de [- 4 000 ; - 26 000] pour l'estimateur Sun-Abraham (2021).

² Il est à noter que sur l'ensemble du dispositif « décarbonation de l'industrie » du plan de relance, les porteurs de projet ont annoncé que 4,5 MtCO₂eq seraient économisés ; le montant de l'aide à ces projets, rapporté à la tonne de CO₂ évitée, serait de l'ordre de 15 euros.

³ Ce coût doit être considéré comme un minorant, car il ne prend pas en compte l'effet de bouclage sur le marché européen de quotas carbone, qui restent inchangés.

Conclusion

L'industrie étant le deuxième contributeur à l'émission de gaz à effet de serre (GES) en France en 2022, la décarbonation est l'un des défis majeurs posés à l'industrie française. Dans ce contexte, France Relance mobilise 1,2 milliard d'euros dédiés au soutien aux investissements en faveur de la décarbonation dans l'industrie. Cette enveloppe est répartie en trois mesures distinctes : AAP INDUSEE et DECARBIND opérés par l'Ademe pour soutenir les investissements de plus de 3 millions d'euros en faveur de l'efficacité énergétique ou de la transformation des procédés ; AAP BCIAT opéré par l'Ademe pour soutenir les investissements et les coûts de fonctionnements de la substitution de la biomasse aux combustibles fossiles ; un guichet de soutien à l'investissement pour les projets d'amélioration de l'efficacité énergétique de moins de 3 millions d'euros (ASP).

Les critères de sélection privilégient les entreprises à forte intensité carbone, mettant en avant l'efficacité des mécanismes d'attribution. Ainsi, les entreprises bénéficiaires d'une aide émettent en moyenne trois fois plus de carbone et consomment deux fois plus d'énergie par valeur ajoutée que les entreprises candidates non bénéficiaires, qui sont déjà quatre fois plus intenses en carbone que les non-candidates.

L'analyse de la VAN permet de montrer la forte sensibilité de la rentabilité de l'investissement aux prix de l'énergie. Le plan de relance a été conçu avant la forte inflation énergétique observée à partir du second semestre 2021. Avec le niveau des prix énergétiques de l'année 2022, les entreprises candidates auraient eu intérêt à réaliser les investissements envisagés même en l'absence d'aide. Mais cette inflation n'était pas prévisible, et semble avoir été en large partie transitoire, si bien que l'aide aurait bien été nécessaire à la rentabilité des projets soumis par les entreprises candidates selon le calcul de la VAN.

L'impact causal des dispositifs BCIAT, centré sur l'investissement et la réduction des émissions (BCIAT), révèle des résultats prometteurs. Les projets BCIAT montrent une augmentation des investissements et une réduction d'émissions attribuable à l'octroi de l'aide. Deux à trois ans après avoir obtenu ces aides, on observe une augmentation de la consommation de biomasse et une diminution de la consommation de gaz naturel. Ces aides contribueraient ainsi à une réduction des émissions annuelles de CO₂eq de l'ordre de 15 000 tCO₂eq. À partir de l'impact causal estimé par l'IPP, on trouve que le montant de l'aide à ces projets, rapporté à la tonne de CO₂ évitée, serait de l'ordre de 19 euros¹, avant prise en compte des effets induits sur le marché européen de quotas carbone².

¹ Il est à noter que sur l'ensemble du dispositif « décarbonation de l'industrie » du plan de relance, les porteurs de projet ont annoncé que 4,5 MtCO₂eq seraient économisés ; le montant de l'aide à ces projets, rapporté à la tonne de CO₂ évitée, serait de l'ordre de 15 euros.

² Ce coût doit être considéré comme un minorant, car il ne prend pas en compte l'effet de bouclage sur le marché européen de quotas carbone, qui restent inchangés.

Pour conclure, nous pensons qu'il conviendrait d'explorer davantage les impacts causaux des dispositifs. Les aides ayant été accordées à partir de la fin 2020 et jusqu'en 2022, il est trop tôt pour en livrer une analyse *a posteriori* directe.



ANNEXE

COMPLÉMENTS SUR LE SOUTIEN À LA DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE

1. Trajectoire provisoire de la Stratégie nationale bas-carbone 3

Tableau A1 – Émissions historiques de GES en France par secteur

a/ Cibles indicatives actuelles 2030 et nouvelles cibles indicatives 2030 en absolu (en MtCO₂eq/an)

	1990	2019	2020	2022 (e)	Cible actuelle pour 2030 (SNBC 2)	Nouvelle cible provisoire pour 2030	% du total national (hors UTCATF) en 2022 (e)
Industrie de l'énergie	78,9	46,2	41,3	44,6	31,0	27,0	11 %
<i>Industrie manufacturière et construction</i>	<i>139,4</i>	<i>79,8</i>	<i>72,0</i>	<i>73,0</i>	<i>51,0</i>	<i>45,0</i>	<i>18 %</i>
Traitement centralisé des déchets	15,8	16,0	15,9	15,2	11,0	.	4 %
Usage des bâtiments et activités résidentiels/tertiaires	93,3	76	71	64	43,0	30	16 %
Agriculture / sylviculture	88,3	78,6	78,2	76,5	73,0	68,0	19 %
Transports	123,7	134,4	113,5	130,5	94,0	92,0	32 %
TOTAL national hors UTCATF	539	431	392	403,8	311,0	270	100 %

b/ Cibles indicatives actuelles 2030 et nouvelles cibles indicatives 2030 en relatif (en %)

	Réduction 1990-2030		Réduction 2019-2030	
	Cible actuelle (SNBC 2)	Nouvelle cible provisoire	Cible actuelle (SNBC 2)	Nouvelle cible provisoire
Industrie de l'énergie	-61 %	-66 %	-33 %	-42 %
Industrie manufacturière et construction	-63 %	-68 %	-36 %	-44 %
Traitement centralisé des déchets	-30 %	.	-31 %	.
Usage des bâtiments et activités résidentiels/tertiaires	-54 %	-68 %	-43 %	-61 %
Agriculture / sylviculture	-17 %	-23 %	-7 %	-14 %
Transports	-24 %	-26 %	-30 %	-32 %
TOTAL national hors UTCATF	-42 %	-50 %	-28 %	-37 %

Champ : métropole et outre-mer inclus dans l'Union européenne

Lecture : afin d'atteindre la cible indicative actuelle pour 2030 (SNBC 2), l'industrie manufacturière et de construction doit réduire ses émissions de CO₂eq/an de 36 % entre 2019 et 2030 contre 44 % pour atteindre la cible indicative provisoire.

Source : émissions dans l'air – Source Citepa édition 2023 – inventaire national d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques pour les émissions historiques ; SNBC 2 pour les valeurs cibles actuelles ; SGPE, pour les valeurs cibles provisoires

2. Ciblage des bénéficiaires et des candidats, résultats des régressions

Tableau A2 – Régression statut candidat

	Candidat	Candidat BCIAT	Candidat INDUSEE/DECARBIND	Candidat	Candidat BCIAT	Candidat INDUSEE/DECARBIND
log(Intensité C02)	0,021*** -0,001	0,011*** -0,001	0,016*** -0,001	0,021*** -0,001	0,011*** -0,001	0,016*** -0,001
log(Salaires/VA)	-0,007*** -0,002	-0,004*** -0,001	-0,005*** -0,001			
log(Dette/CA)	0,001 -0,001	0,001 -0,001	0,001*** -0,001			

	Candidat	Candidat BCIAT	Candidat INDUSEE/ DECARBIND	Candidat	Candidat BCIAT	Candidat INDUSEE/ DECARBIND
log(Heures travaillées,VA)				-0,094*** -0,022	-0,053*** -0,019	-0,063*** -0,019
log(Dette/VA)				0,001 -0,001	0,0004 -0,001	0,001 -0,001
Âge	-0,00003 -0,0001	-0,0003 -0,0003	-0,00005 -0,0001	-0,00003 -0,0001	-0,0003 -0,0003	-0,0001 -0,0001
Âge^2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
Observations	7	922	5	524	7	297
R***	0,129	0,061	0,122	0,129	0,061	0,122
Adjusted R***	0,124	0,056	0,117	0,124	0,056	0,117
Residual Std, Error	0,138	0,114	0,119	0,138	0,114	0,119
	(df = 7877)	(df = 5493)	(df = 7253)	(df = 7877)	(df = 5493)	(df = 7253)

Lecture : une augmentation de 1 % de l'intensité en CO₂ de la valeur ajoutée est associée à une augmentation de 2,1 points de pourcentage de la probabilité d'être candidat à un des appels à projets BCIAT, DECARBIND et INDUSEE.

Source : calcul des IPP à partir des données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 – DECARBIND, INDUSEE – et avril 2023 - BCIAT) et des données BIC-RN / BIC-RS, EACEI et DADS

Tableau A3 – Régression statut bénéficiaire

	Bénéficiaire	Bénéficiaire BCIAT	Bénéficiaire INDUSEE/DECARBIND	Bénéficiaire	Bénéficiaire BCIAT	Bénéficiaire INDUSEE/DECARBIND
log(Intensité CO2)	0,108***	0,106*	0,092**	0,105***	0,110***	0,082**
	-0,028	-0,053	-0,04	-0,028	-0,052	-0,04
log(Salaires/VA)	0,116	0,172	0,237			
	-0,121	-0,288	-0,172			
log(Dette/CA)	0,001	0,028	0,014			
	-0,013	-0,023	-0,019			
log(Heures travaillées/VA)				3,835	8,706	5,3
				-2,417	-7,53	-3,265
log(Dette/VA)				0	0,028	0,015
				-0,013	-0,023	-0,019
Âge	0,004	0,002	0,008	0,004	0,003	0,008
	-0,008	-0,014	-0,014	-0,008	-0,014	-0,013
Âge^2	0,00004	0,0001	0,0001	0,00004	0,0001	0,0001
	-0,0001	-0,0002	-0,0002	-0,0001	-0,0002	-0,0002
Observations	177	77	118	177	77	118
R***	0,281	0,281	0,323	0,289	0,3	0,328
Adjusted R***	0,121	0,093	0,068	0,131	0,065	0,076
Residual Std, Error	0,415	0,427	0,483	0,413	0,421	0,481
	(df = 144)	(df = 50)	(df = 85)	(df = 144)	(df = 50)	(df = 85)

Lecture : une augmentation de 1 % de l'intensité en CO₂ de la valeur ajoutée est associée à une augmentation de 10,8 points de pourcentage de la probabilité d'être bénéficiaire d'un des appels à projets BCIAT, DECARBIND et INDUSEE.

Source : Calcul de l'IPP à partir des données de gestion des appels à projets BCIAT, INDUSEE, DECARBIND, Ademe (à jour de juin 2022 - DECARBIND, INDUSEE - et avril 2023 - BCIAT) et des données BIC-RN / BIC-RS, EACEI et DADS ; calculs IPP

3. Méthode de l'étude d'événements empilés

Le traitement est défini ici comme le fait d'être bénéficiaire des aides BCIAT (y compris celles ayant abandonné leur projet). Le statut de « traitée » est assigné à toute entreprise dont un projet soumis à l'appel à projets BCIAT a été retenu comme bénéficiaires BCIAT (y compris celles ayant abandonné leur projet). Le statut de « contrôle » est assigné à toutes les autres entreprises ou établissements candidats, c'est-à-dire celles dont les projets n'ont pas été retenus.

La date de traitement¹, notée e , est l'année de la cohorte de première candidature : de première candidature couronnée de succès pour les entreprises traitées ou de première candidature pour les de contrôles. Les vagues successives des entreprises candidates et bénéficiaires de l'appel à projets BCIAT annuel peuvent être vues comme une succession de cohortes d'entreprises faisant l'objet d'un « traitement » à des dates différentes. Cette méthodologie repose de façon centrale sur l'existence de variation temporelle dans la date de traitement des entreprises traitées, ce qui permet de distinguer les effets de facteurs conjoncturels des effets propres de l'obtention des aides.

L'objectif est donc d'identifier l'effet en T , en $T + 1$, en $T + 2$ (etc.), du bénéfice d'une aide perçue en T . Les estimateurs retenus sont ceux proposés par Sun et Abraham (2021) et Borusyak, Jaravel et Spiess (2023).

L'estimateur de Sun et Abraham (2021) repose sur l'estimation de briques empiriques de base, à savoir les effets de traitements spécifiques à chaque cohorte et chaque période de temps relatif, à travers l'estimation par les moindres carrés ordinaires du modèle à effets fixes « interagis » suivant : $Y_{it} = \alpha_i + \delta_t + \sum_{e \in C} \sum_{k \neq -1} \beta_{e,k} \times I\{E_i = e\} \times D_{i,t}^k + \varepsilon_{it}$

où α_i et δ_t sont des effets fixes pour chaque entreprise et chaque période de temps calendaire ; $I\{E_i = e\}$ est une variable indicatrice de l'appartenance de l'établissement ou de l'entreprise i à la cohorte définie par la date de premier traitement e ; et $D_{i,t}^k$ une indicatrice de temps relatif ; $\beta_{e,k}$ estime l'effet fixe de la période de temps relatif k pour la cohorte e . Pour cet estimateur, les périodes antérieures à l'obtention de l'aide pour les cohortes recevant l'aide le plus tardivement sont utilisées comme un groupe de contrôle pour les cohortes ayant obtenu l'aide plus tôt.

¹ Les candidatures qui ocurrent potentiellement après sont considérées comme conséquences de ce premier événement. C'est la meilleure façon de définir des trajectoires pour des entreprises qui soient comparables entre elles avant l'octroi des aides.



Directeur de la publication/rédaction

Cédric Audenis, commissaire général par intérim

Secrétaires de rédaction

Olivier de Broca, Gladys Caré, Éléonore Hermand, Valérie Senné

Contact presse

Matthias Le Fur, directeur du service Édition/Communication/Événements

01 42 75 61 37, matthias.lefur@strategie.gouv.fr